



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

# Diferencias histológicas en la adhesión del tejido conectivo alrededor de pilares sobre implantes tratados con láser y pilares convencionales

Mónica Blázquez Hinarejos

**ADVERTIMENT.** La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) i a través del Dipòsit Digital de la UB ([diposit.ub.edu](http://diposit.ub.edu)) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX ni al Dipòsit Digital de la UB. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX o al Dipòsit Digital de la UB (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

**ADVERTENCIA.** La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) y a través del Repositorio Digital de la UB ([diposit.ub.edu](http://diposit.ub.edu)) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR o al Repositorio Digital de la UB. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR o al Repositorio Digital de la UB (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

**WARNING.** On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) service and by the UB Digital Repository ([diposit.ub.edu](http://diposit.ub.edu)) has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized nor its spreading and availability from a site foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository is not authorized (framing). Those rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

***Diferencias histológicas en la adhesión  
del tejido conectivo alrededor de pilares  
sobre implantes tratados con láser y  
pilares convencionales.***

**Mónica Blázquez Hinarejos**



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

**Directores: José López López  
Raúl Ayuso Montero**

**Tutor: Ricardo Enrique Pérez Tomás**

# ÍNDICE

ÍNDICE .....	2
RESUMEN.....	5
1. INTRODUCCIÓN .....	10
1.1. El Implante Dental. ....	12
1.2. Las enfermedades periimplantarias. ....	14
1.3. Espacio Biológico, diferencias entre diente e implante. ....	18
1.4. Pilares sobre implantes.....	22
1.5. Mantenimiento del sellado de los tejidos blandos alrededor del implante a través de los pilares sobre implantes.....	28
1.6. Utilización de pilares sobre implantes de diferentes materiales.....	32
1.7. Tratamientos en la zona cervical de los implantes dentales. ....	35
1.8. Tratamiento de la superficie de los pilares sobre implantes. ....	39
2. JUSTIFICACIÓN - ANTECEDENTES .....	47
3. HIPÓTESIS .....	52
3.1. Hipótesis principal.....	53
3.2. Hipótesis secundaria.....	53
4. OBJETIVOS .....	54
4.1 Objetivo principal. ....	55
4.2 Objetivos secundarios.....	55
5. MATERIAL Y MÉTODOS .....	56
5.1. Materiales. ....	58
5.2. Población de estudio. Cálculo del tamaño de la muestra. ....	60
5.3. Criterios de inclusión.....	61
5.4. Criterios de exclusión.....	62
5.5. Aspectos éticos y legales del estudio: .....	63
5.6. Aleatorización. ....	63
5.7. Procedimiento quirúrgico. ....	64
5.8. Almacenamiento y registro de las muestras. ....	71
5.9. Preparación de las muestras. ....	71
5.10. Análisis histológico de las muestras. ....	76
5.11. Medición de los resultados. ....	77
5.12. Análisis estadístico. ....	78
6. RESULTADOS .....	79
6.1. Población de estudio final. ....	81
6.2. Observación histológica. Análisis cualitativo de los resultados.....	83

6.3. Análisis cuantitativo de los resultados. Cuantificación de TAC (tissue-abutment-contact).....	90
7. DISCUSIÓN .....	98
8. CONCLUSIONES.....	116
9. BIBLIOGRAFÍA .....	119
10. ANEXOS .....	131
ANEXO 10.1. CERTIFICADO DE CEIC.....	133
ANEXO 10.2. HOJA INFORMATIVA. ....	136
ANEXO 10.3. FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO. ....	143
ANEXO 10.4. REGISTRO DEL ESTUDIO EN CLINICALTRIALS.GOV. ....	145
ANEXO 10.5. ARTÍCULO PUBLICADO.....	146
ANEXO 10.6. ARTÍCULO ACEPTADO.....	154

## **RESUMEN**

### **Introducción.**

Uno de los retos más importantes hoy en día en implantología oral es evitar la pérdida ósea alrededor de los implantes oseointegrados y funcionales con el paso del tiempo.

Una de las superficies que se ha desarrollado en los últimos años es la resultante de la microtexturación mediante láser. Diversos estudios han demostrado la adhesión del tejido conectivo a las superficies tratadas con láser en la zona cervical de los implantes oseointegrados, consiguiendo de este modo un sellado biológico a este nivel. Otras investigaciones hacen pensar que este sellado o adhesión mediante fibras de colágeno podría ser beneficioso en el pilar prostodónico definitivo que se fija al implante. Se adquiriría mejor sellado en la zona cervical del pilar, de este modo se evitaría la migración bacteriana a este nivel y por consiguiente la pérdida ósea alrededor del implante.

### **Objetivos.**

Comparar las diferencias de adhesión del tejido gingival circundante entre los pilares tratados mediante láser y los pilares sin dicho tratamiento de superficie en humanos.

**Material y Métodos.**

Se involucran en el estudio clínico un total de seis participantes y doce implantes insertados, seis de ellos conectados a pilares con tratamiento láser y los otros seis a pilares de titanio lisos sin tratamiento de superficie. Tras 90 días de la inserción quirúrgica se retiran los pilares junto a 1 mm de tejido gingival y se procesan las muestras para su observación histológica.

**Resultados.**

En las fotografías de microscopia óptica se observa que no existe unión del tejido gingival al pilar liso, contrariamente a lo sucedido en los pilares con tratamiento láser donde sí se observa adhesión del tejido.

La media de porcentaje de TAC (Tissue Abutment Contact) en el pilar con tratamiento láser fue del 98,8% y en el pilar control liso fue del 24,1%.

**Discusión.**

Todos los participantes tuvieron una evolución favorable con una cicatrización óptima de los tejidos y se rehabilitaron definitivamente con un pilar con tratamiento láser. El método utilizado tanto para el procesado de las muestras como para el cálculo de el análisis cuantitativo permitió cumplir los objetivos del estudio. Se plantean futuras líneas de investigación como el seguimiento de los participantes en el estudio a medio o largo plazo.

**Conclusión.**

El tejido conectivo tiene una mejor adhesión a los pilares tratados con láser en comparación a los pilares lisos sin tratamiento de superficie.

**ABSTRACT****Introduction**

Achievement of implant stability and maintenance of crestal bone levels are prerequisites for a successful long-term function of dental implants.

One of the surfaces which have been developed with that goal is the microtexturizing of the implant neck through laser application. Several studies have shown the adhesion of the connective tissue on the laser treated surfaces on the cervical region of osseointegrated implants, with the achievement of a biological seal at that level.

Other studies suggest that this sealing or adhesion through collagen fibers could be beneficial on the final prosthetic abutment which is connected to the implant. This way it would be possible to achieve a sealing around the cervical region of the abutment, avoiding bacterial migration at that level and, therefore, peri-implant bone loss.



**Objective**

The goal of the current study is to compare the difference in connective tissue adherence to laser microtextured versus machined titanium abutments.

**Material and methods**

Six patients and twelve dental implants were enrolled in the study, six of them fixed to laser treated abutment and the other six fixed to a machined abutment.

Ninety days after the first intervention, second surgery was carried out. The abutment was unscrewed, removing a complex formed by the abutment and the surrounding 1 mm of gingival attachment for its histological assessment.

**Results**

In the images of optical microscopy we observed intimate adherence between connective tissue and the laser treated abutments, while on machined abutments no adherence was detected.

The mean percentage of TAC (Tissue Abutment Contact) on laser treated abutment was 98.8%, and 24.1% on the machined abutment.

**Discussion**

All participants in the study had optimal healing and a treated laser abutment was placed the usual prosthetic protocol. We achieved the study objectives with both histological assessment and quantitative analysis methods. Futures lines of research are proposed as the follow-up of the participants in the study for medium or long term.

**Conclusion**

Connective tissues show enhanced adherence to microtextured abutments compared to machined abutments.

# 1. INTRODUCCIÓN



### **1.1. El Implante Dental.**

La rehabilitación oral mediante implantes dentales oseointegrados es una técnica utilizada desde hace varias décadas por profesionales de todo el mundo con tasas de éxito elevadas (Misch 2008). Este hecho hace que sea una de las principales opciones de tratamiento con las que contamos a la hora de rehabilitar a pacientes parcial o totalmente edéntulos (Adell et al.1990; Jemt et al. 1989; Nevins y Langer 1993).

La oseointegración propiamente dicha fue descrita por primera vez por el profesor Bränemark en el año 1952, quién tras un hallazgo totalmente casual, la definió como la conexión directa, estructural y funcional entre el hueso vivo, ordenado, y la superficie de un implante sometido a carga funcional (Branemark 1986).

A diferencia a otros implantes, ya sean de titanio o bien de otros materiales utilizados en otros campos de la medicina como la traumatología, los implantes dentales van siempre acompañados de una estructura protésica extracorpórea que es la que realiza la función tanto estética como masticatoria buscada con este tipo de tratamiento.

Una vez acuñado el término de oseointegración, los implantes dentales empezaron a utilizarse clínicamente hacia el año 1965 y desde entonces se ha considerado uno de los tratamientos de elección para pacientes edéntulos, superando en ocasiones las tasas de éxito de las prótesis fijas sobre dientes naturales en el caso de ausencias unitarias (Misch 2006).

Los implantes dentales tienen tasas de éxito considerablemente altas. En un estudio a largo plazo en el que se estudiaron 162 implantes en 76 pacientes obtuvieron un índice de supervivencia del 82,94% tras 16 años postinserción, encontrándose la mayoría de las pérdidas de los implantes concentradas en un número minoritario de los pacientes (Simonis et al. 2010).

Otros estudios aportaron unas tasas de supervivencia de entre el 94,7% y el 99,4% dependiendo del tipo de implante dental utilizado (Jungner et al. 2014). Resultados similares con tasas de supervivencia superiores al 90% obtuvieron las revisiones sistemáticas de Lang y Berglundh (2011) y Pjetursson et al. (2004) evaluando el estado de los implantes hasta pasados 10 años desde su inserción.

Podemos distinguir entre 4 tipos de fracaso de los implantes dentales (Esposito et al. 1998a). Uno de ellos es el fracaso de tipo biológico el cual lo dividimos a su vez dependiendo del tiempo en el que sucede el mismo, en temprano, cuando no llega a producirse la oseointegración debido a una interferencia en el proceso de cicatrización ósea inicial; y en fracaso tardío, que se refiere al hecho de no mantener la oseointegración una vez ésta ha sido lograda (Esposito et al. 1998a).

Los otros tipos de fracasos consisten en los de tipo mecánico que incluye la fractura de los implantes y de cualquiera de sus componentes protésicos, los factores yatrogénicos y la adaptación inadecuada por parte del paciente que incluye la insatisfacción estética y los problemas psicológicos (Esposito et al. 1998a).

Las principales causas de la pérdida del implante dental son la pobre calidad ósea de la zona quirúrgica, la periodontitis crónica, las enfermedades sistémicas, el hábito tabáquico, edad avanzada, la localización del implante, los hábitos parafuncionales, la pérdida de la integración del implante y la confección de una prótesis inadecuada (Alssadi et al. 2007, 2008a y 2008b).

Aunque sabemos que tienen una larga durabilidad, los implantes dentales pueden sufrir pérdida de oseointegración por reabsorción ósea, que pueden llegar incluso al fracaso total del implante.

Desde que se utilizan los implantes y se empezaron a observar las primeras pérdidas de oseointegración se han estudiado las diferentes variables y como evitar llegar a la pérdida ósea.

## **1.2. Las enfermedades periimplantarias.**

La pérdida de oseointegración acostumbra a ser gradual no espontánea, iniciándose primero una pérdida ósea inicial que puede ir en aumento hasta provocar la movilidad del implante y la consiguiente pérdida total de la estructura.

Uno de los retos más importantes hoy en día en el campo de la implantología oral es evitar la pérdida ósea alrededor de los implantes oseointegrados y funcionales con el paso del tiempo.

Desde hace unos años sabemos que los dos factores principales de la pérdida ósea periimplantaria son la sobrecarga del implante y la proliferación

bacteriana hacia el interior de la unión hueso-implante (Esposito et al. 1998a; Esposito et al. 1998b; Isidor et al. 1996; Pontoriero et al. 1994).

Además conocemos que la existencia de algunas condiciones locales y/o sistémicas pueden afectar al desarrollo de las enfermedades periimplantarias, siendo las principales el tabaco y la diabetes mellitus (Klokkevold y Han 2007; Chrcanovic et al. 2014).

Por otro lado, aunque existe cierta controversia al respecto, diversos estudios han señalado la periodontitis previa como un factor predisponente a la periimplantitis (Quirynen et al. 2007; Simonis et al. 2010).

Para evitar la sobrecarga oclusal se han diseñado diferentes modelos de prótesis sobre implantes y se han estudiado los patrones masticatorios individuales, así como los patrones de fuerza empleados en la función masticatoria. Gracias a alguno de estos estudios conocemos las fuerzas oclusales capaces de soportar los implantes dentales (Luján-Climent et al. 2008; Misch 2006).

Además diferentes estudios han evaluado qué diseños de implantes son los óptimos, así como los diámetros, longitudes y diseños de espiras más apropiados para garantizar una mayor vida media a los implantes dentales sometidos a carga (Misch 2006; Huang et al. 2007).

La proliferación bacteriana causa un desequilibrio entre la carga bacteriana existente y las defensas del huésped originando en primer lugar la mucositis y si ésta avanza llegaría a ser periimplantitis (Valente et al. 2016).



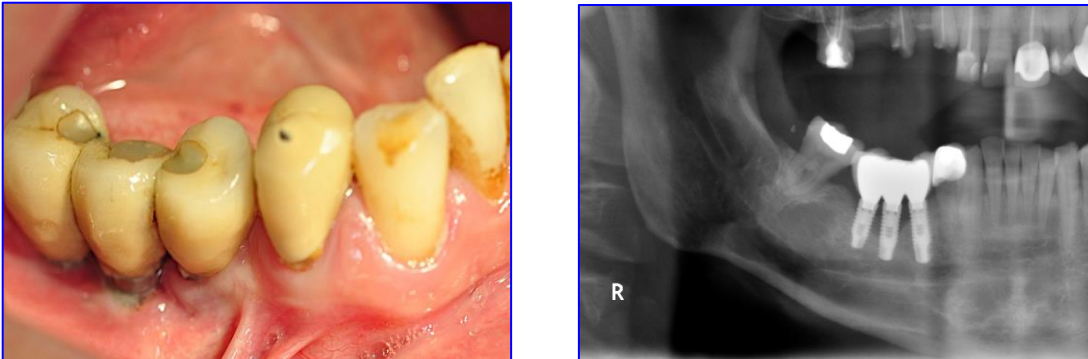
Ambas entidades, tanto mucositis como periimplantitis vendrían a constituir el concepto de enfermedad periimplantaria y ya en los años noventa se definió como “cambios patológicos de tipo inflamatorio de los tejidos que rodean a un implante dental sometido a carga” (Zarb et al. 1990).

Conocemos como mucositis a la inflamación circunscrita únicamente en la mucosa periimplantaria y con el tratamiento adecuado puede ser una entidad reversible (Zarb et al. 1990) (*Figura 1.1*).



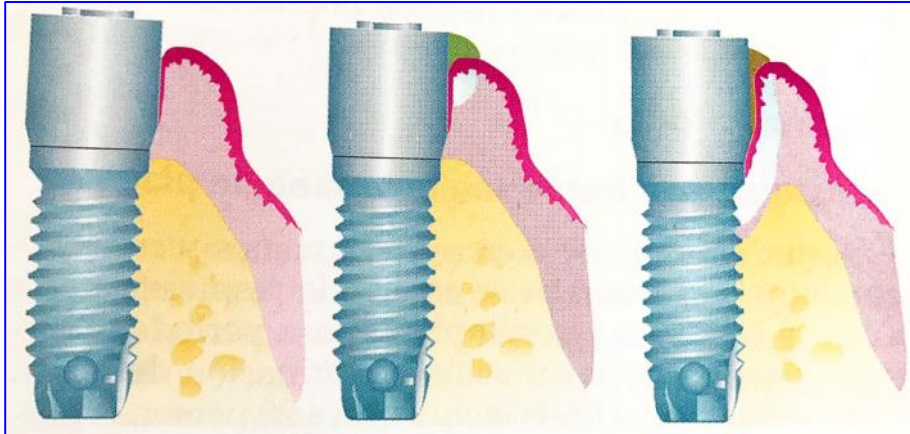
**Figura 1.1.** Aspecto clínico de mucositis.

Por otro lado, se habla de periimplantitis cuando además de la inflamación de la mucosa periimplantaria se encuentra una pérdida ósea alrededor del implante dental que puede ser comprobada tanto clínica como radiográficamente (Zarb et al. 1990) (*Figura 1.2*).



**Figura 1.2.** Periimplantitis clínica (izquierda) y radiográfica (derecha).

Los estudios realizados en seres humanos y los experimentos en animales han documentado que la formación de novo de una biopelícula sobre la superficie implantaria inicia una respuesta del huésped que comprende el establecimiento de una lesión inflamatoria en la mucosa periimplantaria (mucositis periimplantaria). Al comienzo esta lesión se localiza en el tejido conjuntivo inmediatamente adyacente a la barrera epitelial y en muchos sentidos es similar a la que se desarrolla en la encía cuando se forma placa en las superficies dentarias adyacentes. Ante la presencia continua de una biopelícula submarginal la lesión de la mucosa marginal que rodea los implantes en ocasiones puede diseminarse en dirección apical, afectando al tejido duro, comprometer la oseointegración, causar grados variables de pérdida ósea marginal (periimplantitis) y, finalmente, provocar la pérdida del implante (Lindhe et al. 2009) (*Figura 1.3*).



**Figura 1.3.** Esquema gráfico tomado del libro de Lindhe et al. (2009). Se muestran los tejidos periimplantarios sanos (izquierda), implante y tejidos periimplantarios con mucositis (centro) y la fase de periimplantitis (derecha).

### 1.3. Espacio Biológico, diferencias entre diente e implante.

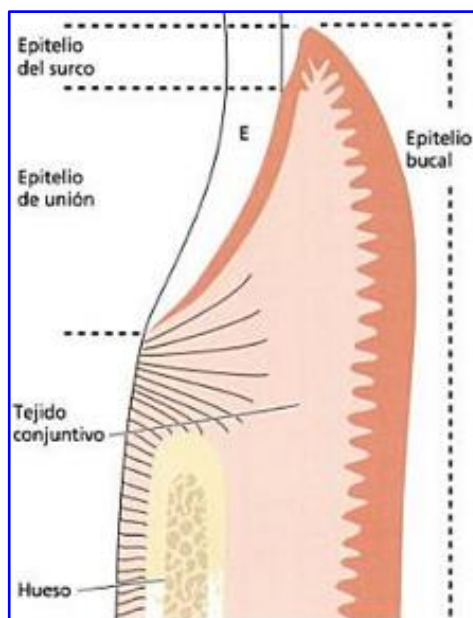
Una vez comentado cual es la base las enfermedades periimplantarias y cuales son sus factores causantes, debemos conocer las bases biológicas y las diferencias existentes entre los tejidos que rodean a dientes e implantes con la finalidad de comprender como se inicia la pérdida de oseointegración.

La enfermedad periimplantaria se inicia por un desequilibrio entre la carga bacteriana y las defensas del huésped (Valente et al. 2016). La mucosa oral protege a los tejidos periodontales contra bacterias y otros estímulos dañinos, pero cuando se coloca un implante esta barrera se rompe y se crea una discontinuidad favoreciendo la penetración de bacterias por este “espacio”.

La periimplantitis podría verse acentuada ya que el epitelio oral tiene una capacidad inferior para sellar el implante que para sellar un diente natural (Atsuta et al. 2016).

El sellado en un diente natural se extiende desde el borde inferior del epitelio del surco hasta la parte superior del hueso alveolar y está compuesto tanto por tejido conectivo como epitelial. Esta estructura de unión tiene aproximadamente 2 mm de ancho y se denomina espacio biológico (*Figura 1.4*).

Así Berglundh et al. (1991), definen espacio biológico como “la unión dentogingival descrita como una unidad funcional, compuesta por el tejido conectivo de inserción de la encía y el epitelio de unión”.



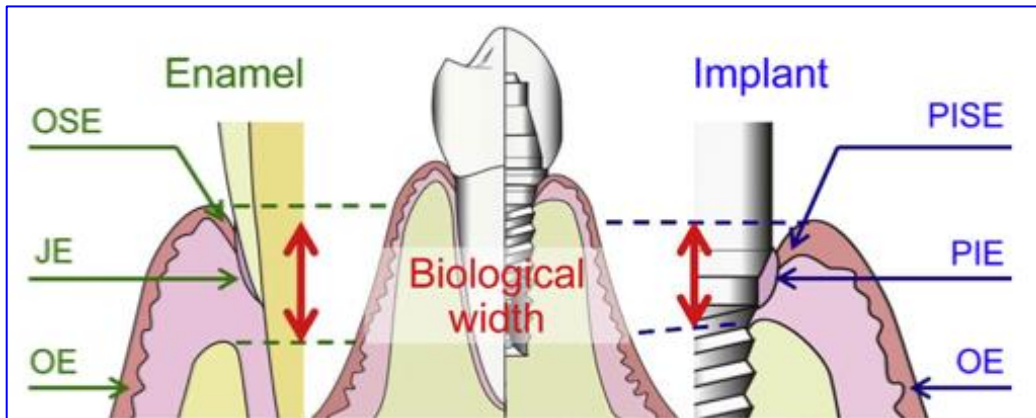
**Figura 1.4.** Imagen gráfica tomada del libro de Lindhe et al. (2009) del espacio biológico en diente natural.

El epitelio de unión ocupa de 0.5 a 1 mm de este espacio biológico y consiste en un epitelio escamoso estratificado que se une a la porción del esmalte cervical en personas jóvenes y en personas de mayor edad esta unión desciende hasta encontrarse en la capa de cemento dental (Goldberg et al. 2001; Judgar et al. 2014).

Sabemos que en la mucosa que rodea al implante ocurre algo similar, pero el espacio biológico es algo mayor, llegando a 3 o 4 mm alrededor del implante (Berglundh y Lindhe 1996).

El tejido epitelial periimplantario realiza una función parecida a la del epitelio de unión formándose a partir del epitelio oral dos a tres semanas después de la colocación del implante.

Sin embargo a pesar de que la mucosa oral contacta tanto con el cuerpo del implante como con el pilar protésico, después de la colocación del mismo, ocasionalmente el epitelio periimplantario termina solo contactando con el cuerpo del implante. La reabsorción constante que se da alrededor del implante por la interfase que existe entre el implante y el pilar ocasiona la inflamación del tejido y el nivel de la mucosa baja. (Atsuta et al. 2016; Berglundh y Lindhe 1996) (*Figura 1.5*).



**Figura 1.5.** Figura tomada del artículo de Atsuta et al. (2016) que representa el ancho biológico en el diente (izquierda) y en el implante (derecha). Diferencias entre tejido periimplantario y tejido periodontal. (Enamel: esmalte, JE: epitelio de unión, OSE: epitelio del surco, OE: epitelio oral, PIE: epitelio periimplantario, PISE: epitelio del surco periimplantario).

A este sellado menor alrededor del implante en comparación al diente hay que sumarle otro factor importante, como es el hecho de que la orientación de las fibras del tejido conectivo es totalmente diferente.

En el diente las fibras colágenas se disponen de forma perpendicular al cemento radicular a diferencia de lo que ocurre en los implantes en el que la mayoría de las fibras se orientan de forma paralela a la superficie del implante (Cochran et al. 1997).

Además, el tejido conectivo que rodea al implante tiene menos estructuras vasculares que los tejidos periodontales y esta baja vascularidad se traduce en una capacidad de defensa menor de los tejidos periimplantarios (Berglundh et al. 1994).

Por otro lado, hay estudios que han utilizado la profundidad de sondaje para estudiar las diferencias existentes entre los tejidos circundantes a diente e implante.

Así, en un estudio animal se comprobó como el sellado biológico era mucho más débil alrededor de los implantes dentales, obteniendo profundidades de sondaje muy superiores en implantes en comparación a diente (Ericsson y Lindhe 1993).

Con el fin de intentar solucionar esta problemática se han diseñado, desde hace años, diferentes tipos de implantes y pilares, así como diferentes técnicas para su colocación, con el propósito de lograr que exista una mejor unión de los tejidos blandos al implante y que la pérdida ósea sea mínima (Huang et al. 2007; Chun et al 2006).

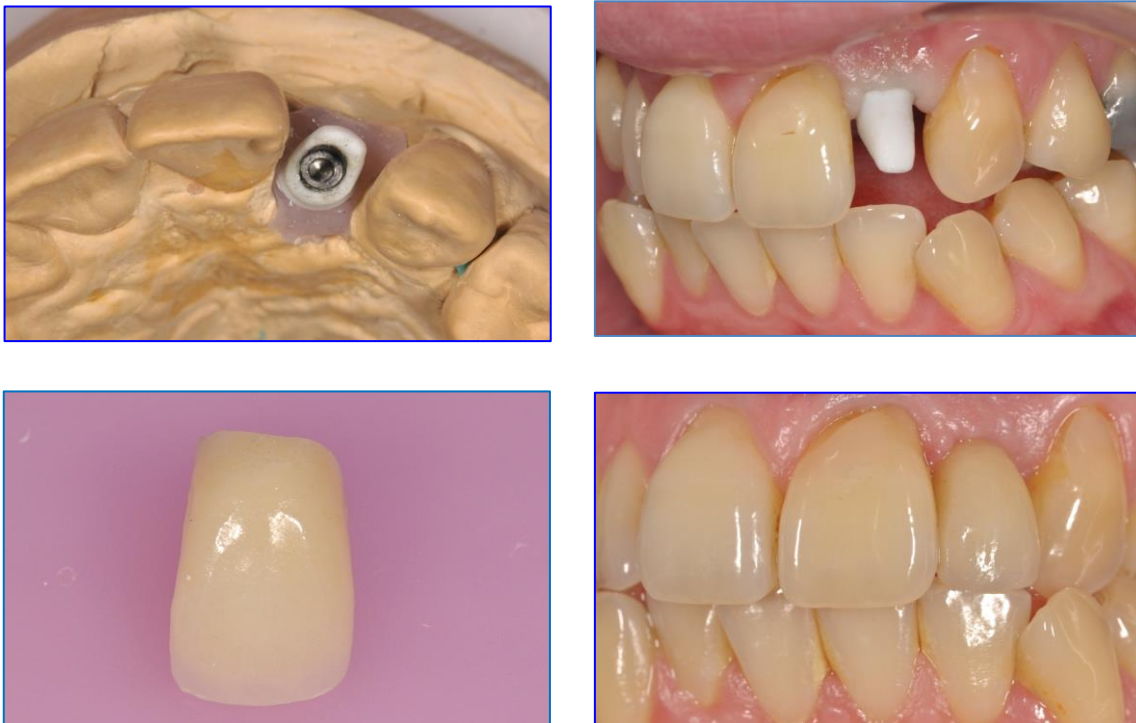
#### **1.4. Pilares sobre implantes.**

El implante dental va siempre acompañado de una estructura protésica extracorpórea que es la que realiza la función tanto estética como masticatoria. Esta estructura conectada directamente sobre el implante puede componerse de una o varias piezas dependiendo del tipo de rehabilitación protésica realizada.

Cuando realizamos prótesis dentales implantosoportadas no siempre usaremos pilares ya que éstos no se utilizan, por ejemplo, en sobredentaduras removibles en pacientes edéntulos. El pilar siempre será un componente de la

prótesis fija implantosoportada y no de la removible ya que, aunque se puedan usar aditamentos unitarios tipo transeptiliales o anclajes de retención, no serán pilares propiamente dichos.

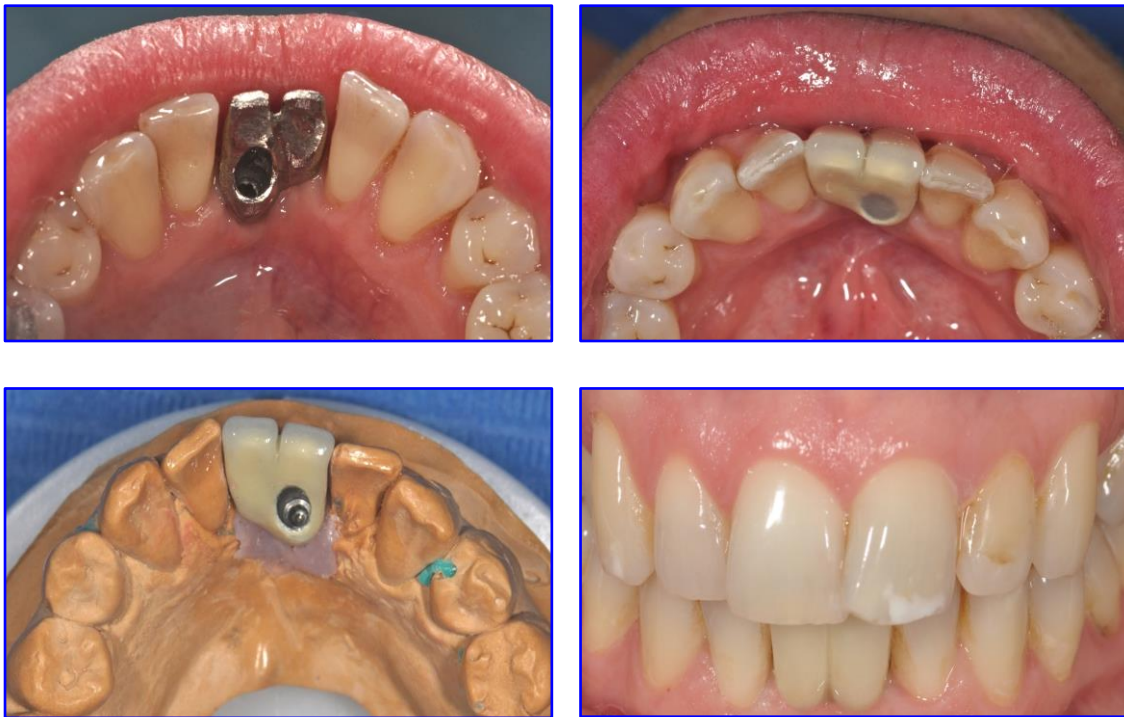
Cuando realizamos una prótesis fija implantosoportada podemos optar por confeccionar prótesis atornillada o bien cementada. Las prótesis fijas cementadas están compuestas por un pilar que está fijado mediante un tornillo de retención y una supraestructura que va cementada encima, que es la corona propiamente dicha (*Figura 1.6*).



**Figura. 1.6.** Corona cementada sobre implante, compuesta por un pilar retenido por un tornillo y una corona como supraestructura.



En cambio, la prótesis atornillada consiste en una estructura única fijada al implante (*Figura 1.7*).



**Figura 1.7.** Corona atornillada, con una extensión, compuesta por una única estructura anclada por un tornillo de retención que queda cubierto por material de resina compuesta.

Esta estructura puede estar constituida por una única pieza o bien, en alguna ocasión puede ser la unión de dos estructuras, una cementada encima de la otra, teniendo entonces un pilar también atornillado al implante. Por consiguiente, aunque el pilar protésico se utiliza clásicamente en las prótesis cementadas, hoy en día tenemos a nuestro alcance pilares para confeccionar prótesis atornilladas y en ambos casos estos pilares pueden tener un

tratamiento de superficie especial para la integración del tejido gingival, ya que en los dos tipos de prótesis el pilar está en contacto directo con la encía.

Algunos autores sugieren que tienen mayores ventajas las prótesis cementadas (Misch 1995; Singer y Serfati 1996; Andersson et al. 1998); mientras que otros estudios consideran que las prótesis atornilladas pueden tener más éxito a largo plazo (Weber et al. 2004; Branemark et al. 1995).

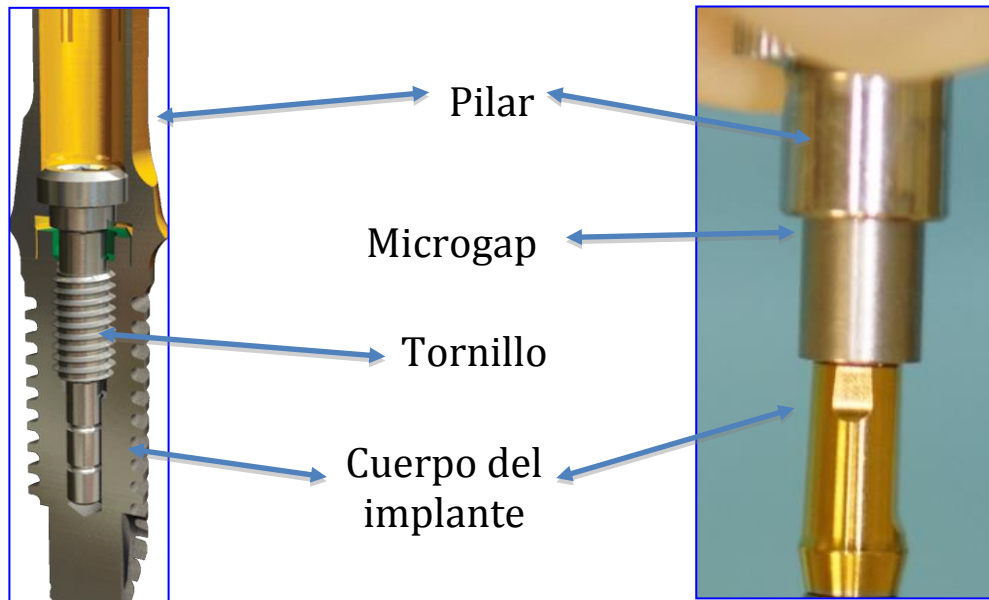
En una revisión sistemática de Sailer et al. (2012) se estudió el índice de supervivencia a 5 años y las complicaciones ocasionadas por las rehabilitaciones implantoportadas tanto cementadas como atornilladas. Después de analizar los estudios clínicos en humanos publicados al respecto, los autores observaron que las prótesis cementadas presentaban más complicaciones biológicas severas, como la pérdida ósea circundante superior a 2 mm en sentido vertical o incluso la pérdida total del implante. Estas complicaciones biológicas se debían mayoritariamente a la filtración del cemento hacia el hueso. Por otro lado, las prótesis atornilladas presentaban un mayor número de complicaciones mecánicas como la pérdida o desaflojamiento de tornillos de fijación y fracturas del material protésico y menos complicaciones biológicas, aunque también eran existentes. Aun encontrándose complicaciones en ambos tipos de prótesis la revisión sistemática observó que las prótesis atornilladas aparentemente tienen una compatibilidad biológica superior y el hecho de poder removerse de forma más fácil para solucionar los posibles problemas hace que sea el tipo de prótesis de elección.

En otro estudio de Piatelli et al. (2001) observaron que había una mayor penetración bacteriana y de fluidos alrededor de los implantes con prótesis atornilladas en comparación con los que tenían prótesis cementadas. Sin embargo, mediante microscopía electrónica observaron que en las rehabilitaciones cementadas el *microgap* se rellenaba siempre por el cemento utilizado, y éste podía exponerse en el medio oral. El cemento puede afectar a la salud de los tejidos periimplantarios creando una respuesta inflamatoria, siendo de vital importancia eliminar los excesos del mismo cuando se instaura la restauración (Piatelli et al. 2001).

Existen muchos tipos de pilares dependiendo del tipo de prótesis, teniendo un papel importante en el sellado biológico de los tejidos blandos ya que en la mayoría de ocasiones este pilar va a estar en contacto directo con la encía y por lo tanto tendrá que reunir unas características mínimas adecuadas (Misch 2006).

Según Almeida et al. (2013) una vez ya tenemos oseointegración en nuestros implantes, el sistema de conexión protésica es el responsable del éxito o fracaso de las restauraciones, ya que es necesario un buen ajuste de los pilares y coronas sobre implantes.

El pilar debe tener una unión directa con la plataforma del implante y un ajuste suficiente para que el espacio existente entre el pilar y el implante (*microgap*) sea prácticamente ausente, aportando una correcta estabilidad y salud periimplantaria (Piatelli et al. 2003; Hermann et al. 2001a) (*Figura 1.8*).



**Figura 1.8.** Esquema que muestra los diferentes componentes del implante dental.

De hecho, si el *microgap* está expuesto al medio oral puede suponer una pérdida ósea alrededor del implante por lo menos de 0,5 mm por debajo de la conexión (Misch 1995).

Otros autores sugieren que la existencia de *microgaps* ente el implante y el pilar más amplios pueden ayudar a aumentar las probabilidades de fracaso de los implantes (Hermann et al. 2001b; Brogginini et al. 2006).

En el estudio de Hermann et al. (2001a) colocaron 59 implantes en áreas mandibulares edéntulas de 5 perros, una parte eran implantes clásicos de dos fases con un pilar atornillado al implante y los otros fueron implantes de una sola fase donde el pilar y el implante constituyen una única pieza y el *microgap* es inexistente. Tras el estudio histológico observaron que el margen gingival se encontraba en una posición más coronal en los implantes de una

única pieza y que las dimensiones del ancho biológico son más similares a las de los dientes naturales en estos implantes en comparación a los implantes de dos piezas. Estos hallazgos refuerzan la teoría de que la existencia del *microgap* y su tamaño es importante para mantener una óptima salud periimplantaria y cuanto menor sea el *microgap* menor será la filtración bacteriana (Hermann et al. 2001a).

### **1.5. Mantenimiento del sellado de los tejidos blandos alrededor del implante a través de los pilares sobre implantes.**

Como ya se ha mencionado, los pilares sobre implantes juegan un papel principal en el sellado de tejidos blandos ya que una vez adquirida y mantenida la oseointegración del implante dental, el ajuste y estabilidad de la conexión del pilar al implante se convierte en un factor clave para el éxito de las prótesis implantosoportadas (Piatelli et al. 2001).

Para intentar dar solución al hecho del débil sellado del tejido periimplantario existente alrededor de los implantes dentales en comparación a los dientes, se han diseñado diferentes técnicas para conseguir mejor sellado sobre el pilar prostodónico implantario.

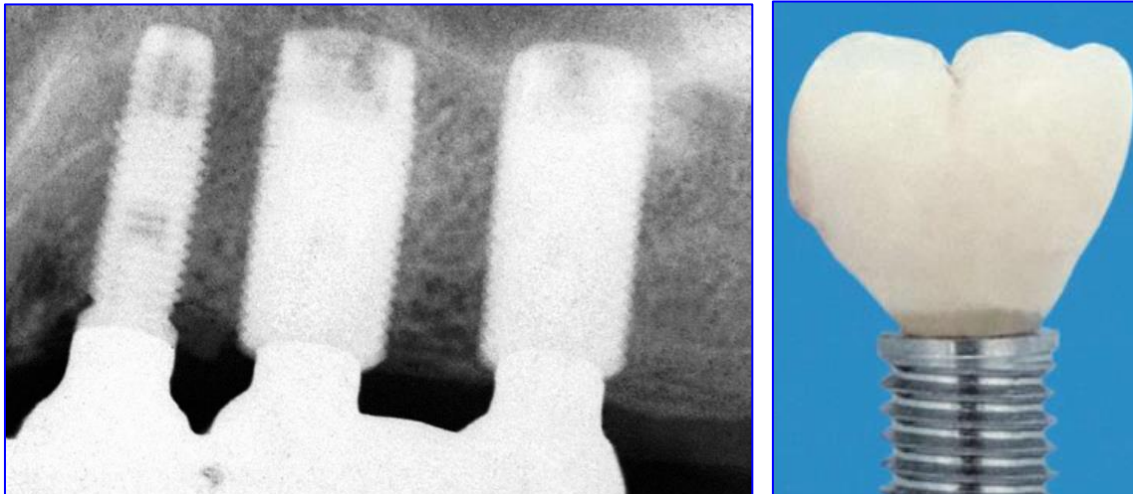
Una de las más relevantes en este campo en los últimos años es el cambio de plataforma, que consiste en la colocación de aditamentos protésicos de menor diámetro que la plataforma del implante creando un escalón a nivel de la plataforma (Gardner 2005).

La técnica del cambio de plataforma se basa en el concepto de alejar el espacio de unión entre el pilar y el implante lejos del hombro del implante y con ello minimizar la pérdida ósea, ya que al mantener el hueso crestal los tejidos blandos logran tener un soporte mejor (Lazzara y Porter 2006) (*Figuras 1.9 y 1.10*).

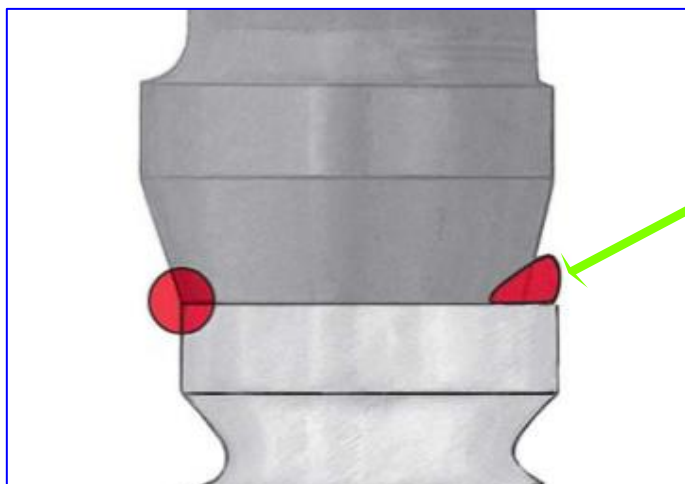
Se ha podido comprobar que gracias al cambio de plataforma la pérdida ósea marginal durante el primer año es considerablemente menor, consiguiéndose un mejor sellado biológico y por tanto una barrera superior a la posible penetración bacteriana (Annibali et al. 2012).

Un estudio reciente de Macedo et al. (2016) analiza los beneficios del cambio de plataforma añadido a la utilización de una conexión protésica en forma de cono Morse, concluyendo que utilizando ambas técnicas se consigue preservar en mayor medida el hueso crestal periimplantario además de una mayor estabilización de los tejidos blandos y reducción del *microgap* entre pilar e implante (Macedo et al. 2016).

El estudio de Macedo et al. (2016), al que nos estamos refiriendo, refuerza la teoría que ya hemos explicado anteriormente sobre la importancia de la conexión protésica en la filtración bacteriana tal y como hacen otros artículos publicados recientemente (Prado et al. 2016; Pereira et al. 2016).



**Figura 1.9.** Imágen gráfica (derecha) y radiográfica (izquierda) de implantes con coronas con cambio de plataforma. Se puede observar como la corona en su área más próxima a la conexión protésica tiene un diámetro inferior al implante creando un escalón donde se alojará el tejido gingival ayudando de este modo a crear un óptimo sellado de los tejidos periimplantarios (Lazzara y Porter 2006).



Escalón creado debido a la diferencia de diámetro entre el pilar prostodóncico y el cuerpo del implante.

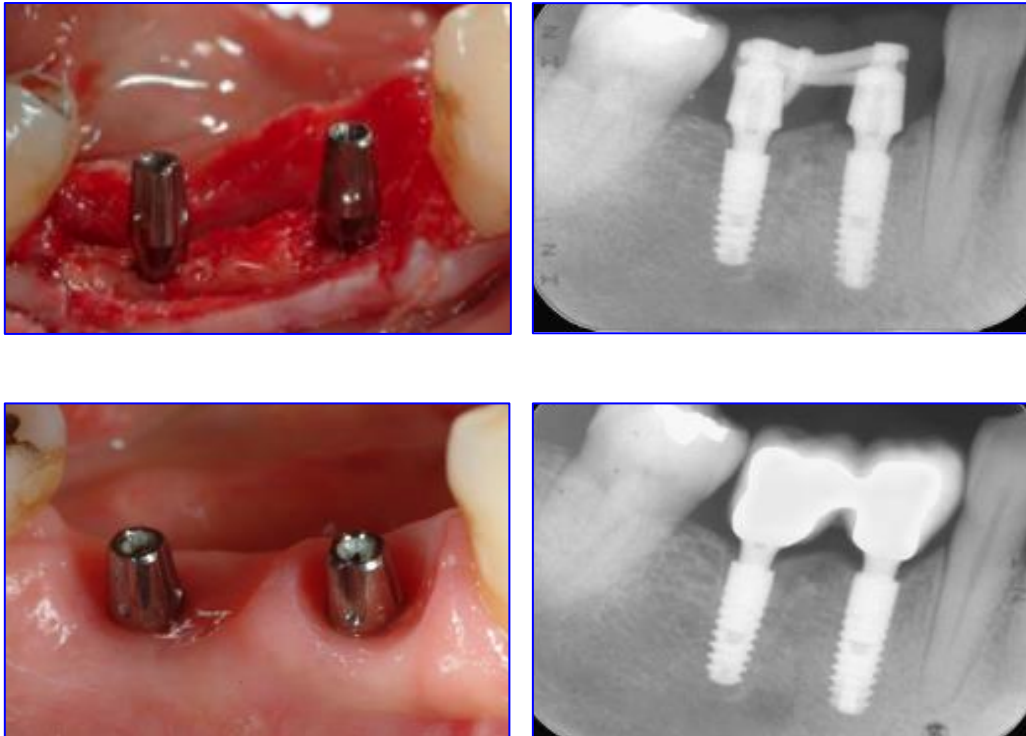
**Figura 1.10.** Esquema gráfico tomado del artículo de Lazzara y Porter (2006) que muestra en un mismo implante-pilar dos conexiones diferentes. Implante y pilar con cambio de plataforma (derecha) y sin cambio de plataforma (izquierda).

También se ha descrito una modificación de la técnica de colocación de los implantes que implica la utilización de un único pilar desde la cirugía a la restauración final, que permite obtener y mantener un mejor sellado de los tejidos blandos alrededor del implante dental.

Este procedimiento consiste en la utilización de un pilar protodónico que se asienta a la vez de la inserción quirúrgica del implante y se deja que permanezca dicho pilar en su lugar hasta colocar la restauración final definitiva. Gracias a esta técnica se establece un óptimo sellado de los tejidos blandos circundantes para llegar así a mantener una correcta adhesión del tejido conectivo.

En un estudio clínico de Degidi et al. (2011) observaron una menor pérdida ósea comprobada radiográficamente en sentido horizontal alrededor de los implantes que recibieron pilares que no fueron extraídos en ningún momento desde el momento de la inserción quirúrgica del implante en comparación a los implantes que siguieron la técnica convencional de dos fases quirúrgicas y colocación protésica tradicional (Degidi et al. 2011). Realizaron un estudio en pacientes a boca partida comparando las dos técnicas en un mismo paciente, y obtuvieron resultados más satisfactorios en los implantes en los que se colocó un pilar el día de la cirugía y este no fue retirado en ningún momento durante todo el procedimiento clínico (Degidi et al. 2011) (*Figura 1.11*).



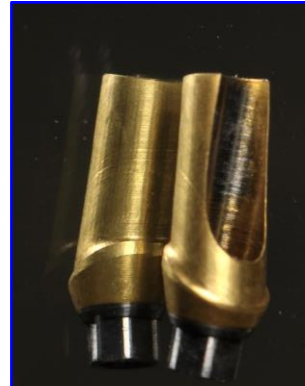


**Figura 1.11.** Imágenes tomadas del artículo de Degidi et al. (2011) que muestran la secuencia del estudio clínico desde la cirugía hasta la restauración final (izquierda), además de mostrar las imágenes radiográficas del día de la cirugía y de la restauración definitiva (derecha). Se puede observar como la cicatrización de los tejidos gingivales es óptima y se mantiene el hueso crestal.

### 1.6. Utilización de pilares sobre implantes de diferentes materiales.

En la actualidad disponemos de diferentes tipos de pilares sobre implantes.

Los más utilizados hasta el momento son los pilares de titanio (*Figura 1.12*) y en segundo lugar los pilares de zirconio (*Figura 1.13*).



**Figura 1.12.** Pilares sobre implantes de titanio liso sin tratar.



**Figura 1.13.** Pilar de zirconio confeccionado mediante técnica de cad-cam (izquierda) y pilar de zirconio mecanizado (derecha).

También hay pilares sobre implantes de otros materiales metálicos como los confeccionados a partir de aleaciones de oro, aunque su utilización es menos frecuente.

De hecho, en un estudio en animales se evaluaron y compararon diferentes materiales utilizados en pilares sobre implantes, que incluían pilares

de aleación oro/platino (Au/Pt), titanio y zirconio. Los resultados obtenidos concluyeron que los pilares de titanio y de zirconio reunían mejores condiciones para una correcta cicatrización de los tejidos blandos. Por otro lado, los pilares sobre implantes fabricados mediante aleación de Au/Pt no tenían óptimas condiciones para una correcta integración del tejido blando (Welander et al. 2008).

Teniendo en cuenta que los pilares sobre implantes con mejores condiciones son los confeccionados con titanio y zirconio, Sailer et al. (2009) realizaron una revisión sistemática en la que evaluaron las diferencias entre los pilares de zirconio y los de titanio. Tras estudiar 29 estudios clínicos y 22 estudios in vitro concluyeron que no había diferencias significativas en cuanto a las tasas de supervivencia de los implantes y pilares entre los dos tipos de materiales. Además no observaron diferencias técnicas ni biológicas destacables entre ellos (Sailer et al. 2009).

El hecho de no encontrar diferencias en cuanto a supervivencia no significa que los pilares de zirconio no posean ciertas ventajas en comparación a los pilares de titanio. Mayoritariamente los beneficios aportados por los pilares de zirconio llegarían desde un punto de vista estético, tal y como refieren los estudios tanto en seres humanos como in vitro de Jung et al. (2007 y 2009). Los autores, tras finalizar ambos estudios concluyeron que en ciertas ocasiones sí era preferible la utilización de pilares de zirconio para obtener mejores resultados estéticos. Concretamente cuando se rehabilita un implante y a su vez un diente contiguo mediante restauración total cerámica aconsejan

la utilización de un pilar de zirconio sobre el implante con su respectiva corona sin metal, ya que sería visible la diferencia de material, siempre en el caso de que el biotipo gingival del paciente fuera de tipo fino. Por otro lado, concluyeron que si el grosor del tejido blando era igual o superior a 2 mm en la zona estética era indiferente el uso de pilares de zirconio o bien de titanio sin influir en los resultados estéticos finales obtenidos (Jung et al. 2007 y 2009).

En cuanto a otros beneficios aportados por los pilares de zirconio cabe destacar que hay trabajos que han demostrado que pueden ser mejores en comparación a los pilares sobre implantes de titanio en cuanto a tener un menor acúmulo de placa bacteriana y una menor inflamación periimplantaria (Degidi et al. 2006).

Por otro lado, los pilares de zirconio presentan en general más complicaciones mecánicas en comparación a los de titanio. En un estudio in vitro de Stimmelmayer et al. (2012) observaron mediante microscopía electrónica un mayor desgaste de las conexiones de los implantes cuando éstos tenían atornillados pilares de zirconio en comparación a cuando se fijaban a pilares de titanio. Éste hecho suele deberse a que el zirconio es un material con una dureza superior al titanio logrando abrasionar la plataforma de los implantes de titanio.

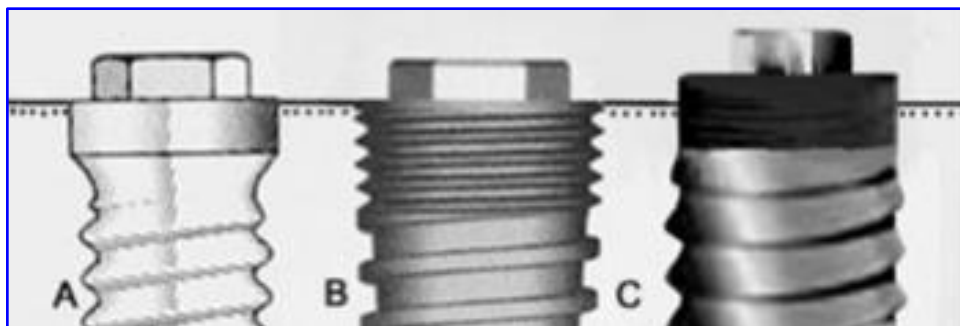
### **1.7. Tratamientos en la zona cervical de los implantes dentales.**

Con el fin de evitar la proliferación bacteriana se han desarrollado

superficies de implantes que permiten un correcto sellado periférico de los tejidos blandos en su zona cervical, de este modo, se forma una barrera fisiológica que evita el desarrollo de la enfermedad periimplantaria y su consecuente pérdida ósea (Moon et al. 1999).

Uno de los tratamientos que se ha estado utilizando hasta la fecha en la zona cervical es la creación de espiras similares a las existentes en el cuerpo del implante pero con una separación entre ellas de menor tamaño, también denominadas microespiras.

En un trabajo en animales, se compararon implantes de cuello mecanizado con implantes con microespiras e implantes con cuello tratado con láser (Hanna et al. 2008) (*Figura 1.14*). Tras su estudio histológico se llegó a la conclusión de que en los implantes tratados con láser en su zona cervical y en los que tenían microespiras la integración del tejido conectivo era mejor, siendo algo superior en los implantes con microsurcos creados mediante láser.



**Figura 1.14** Imagen tomada del artículo de Hanna et al. (2008) que representa los tres diferentes tipos de cuello de implante evaluados. A. Cuello mecanizado liso. B. Cuello con microespiras. C. Cuellos con microsurcos creados con láser.

Cabe destacar que los microsuros creados con láser son considerablemente diferentes a las microespiras convencionales en cuanto a su diseño, tamaño y técnica de confección.

Otro tipo de tratamiento que se ha estado utilizando en el collar cervical del implante, es la superficie de zirconio circunscrita únicamente a nivel del cuello de implante. En otro estudio en animales (porcinos) en el que se compararon implantes con cuello mecanizado e implantes con cuello de zirconio no se encontraron diferencias histológicas en cuanto a la distribución de las fibras colágenas en ambos tipos de implantes (Tetè et al. 2009).

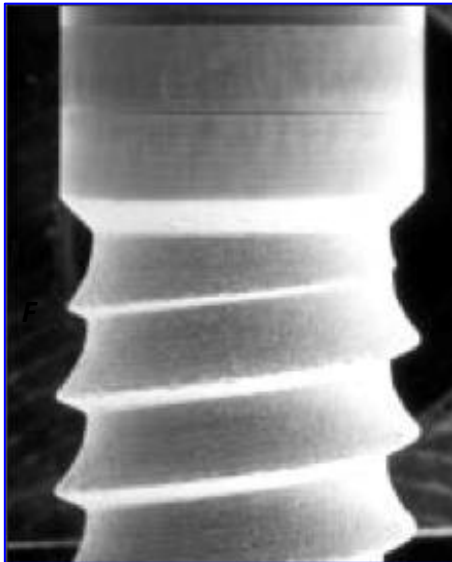
Por otro lado, sí encontraron diferencias clínicas, como una menor inflamación de los tejidos alrededor de los implantes con cuello de zirconio y menor profundidad de sondaje, debido probablemente a que las superficies de zirconio tienden a acumular menos placa bacteriana y menor infiltrado inflamatorio (Degidi et al. 2006; Rimondini et al. 2002).

### **1.7.1 Tratamiento láser en la zona cervical del implante.**

Una de las superficies que se ha desarrollado intensamente en los últimos años es la resultante de la microtexturización mediante láser (*Figura 1.15*).

Varios estudios, tanto en experimentación animal como en humanos, han demostrado la adhesión del tejido conectivo a las superficies tratadas con láser en la zona cervical de los implantes oseointegrados, consiguiéndose de

este modo un sellado biológico a este nivel (Weiner et al. 2008; Nevins et al. 2008; Pecora et al. 2009; Shapoff et al. 2010; Botos et al. 2011).



**Figura 1.15.** Imagen tomada del artículo de Botos et al. (2011) donde se muestra un implante con cuello tratado con láser.

Weiner et al. (2008) estudiaron por primera vez en modelo animal el efecto que producían sobre el hueso los cuellos microtexturizados con láser en implantes, así como en el tejido conectivo y en las células epiteliales circundantes. Llegaron a la conclusión de que este tratamiento estimulaba la adhesión ósea y del tejido blando, facilitando el desarrollo de un ancho biológico correcto.

Por otro lado, Nevins et al. (2008), analizando muestras histológicas humanas, demostraron la eficacia de los microsurcos creados mediante tecnología láser en los cuellos de los implantes, observando una conexión

directa del tejido conectivo al implante y de este modo inhibiéndose la migración apical del epitelio de unión.

Además, Pecora et al. (2009) observaron radiográficamente una pérdida ósea de 0,59 mm en implantes tratados con láser, mientras que en implantes control tuvieron una pérdida ósea de 1,94 mm.

Posteriormente, Shapoff et al. (2010) observaron una pérdida ósea mínima en 49 implantes con cuello tratados con láser de 0,44 mm a los 2 años y de 0,46 mm a los 3 años, demostrando un correcto sellado biológico entre las fibras de tejido conectivo y el implante.

Por otro lado, un estudio posterior de Botos et al. (2011) demostró que además de encontrar menor pérdida ósea alrededor de implantes con cuellos tratados con láser también las profundidades de sondaje eran inferiores en estos implantes en comparación a implantes convencionales.

### **1.8. Tratamiento de la superficie de los pilares sobre implantes.**

Además de los diferentes materiales para fabricar los pilares, su diseño y tratamiento ha evolucionando a lo largo del tiempo. Uno de los aspectos en los que más se ha trabajado es el tratamiento de su superficie. Esta superficie se ha ido modificando con el fin de obtener mejores resultados en cuanto al sellado y unión de los tejidos blandos circundantes.

Diferentes estudios han demostrado que los pilares con superficie de titanio lisa presentan un sistema de fibras colágenas circulares alrededor del



pilar (Berglundh et al. 1991; Schierano et al. 2002) mientras que los pilares sobre implantes con tratamiento de superficie han demostrado en general mejores resultados tanto en estudios clínicos como experimentales, formándose a su alrededor haces de fibras colágenas en sentido perpendicular al pilar a su alrededor (Nevins et al. 2010; Nevins et al. 2012a; Shapoff et al. 2016).

Como parte inicial de este trabajo de tesis y con el fin de estudiar que diferentes pilares con tratamiento de superficie se han evaluado hasta el momento se ha realizado una revisión sistemática (Blázquez-Hinarejos et al. 2017).

En este estudio se realizó una búsqueda electrónica en MEDLINE via Pubmed hasta el 23 de septiembre del año 2016 para identificar los artículos que incluyeran los siguientes términos: “abutment” and “attachment” AND “implant” AND “soft tissue” AND “surface” AND “adherence”.

Todos los autores leyeron los títulos y resúmenes tras la búsqueda inicial y una vez llegado a un consenso, dos de ellos leyeron los textos completos.

Los criterios de inclusión que se utilizaron fueron: estudios tanto en animales como en humanos que utilizaran pilares prostodóncicos sobre implantes cuyo material hubiera sido tratado con algún tratamiento de superficie. Estudios in vitro que especificaran que los pilares de estudio con

tratamiento de superficie fueran a utilizarse como pilares prostodóncicos para implantes y los idiomas de inclusión fueron el inglés y/o español.

Por el contrario los criterios de exclusión consistieron en estudios donde solo se comparó diferentes materiales sin tratamiento en su superficie y los estudios en los que el tratamiento de superficie fuera circunscrito solo en la superficie del implante y no en el pilar.

Para valorar el riesgo de sesgo de los estudios incluidos se leyeron los artículos por al menos dos de los revisores analizando la metodología. Se utilizó la tabla de niveles de evidencia de *Oxford Centre for Evidence-Based Medicine (OCEBM)* y se le asignó a cada estudio un nivel de evidencia (Howick et al. 2011).

Con el fin de analizar los datos se creó una tabla que incluía: autor, tipo de estudio, muestras, grupos estudiados, método de medición de las variables y resultados. Debido a la heterogeneidad de las investigaciones no se pudo realizar un meta-análisis. Una vez finalizada la estrategia de búsqueda se seleccionaron 16 artículos.

Si nos centramos en los tipos de estudio incluidos en la revisión consistieron en 7 estudios in vitro (Mustafa et al. 2005; Dorkhan et al. 2014; Xing et al. 2014; Kim et al. 2015; Lee et al. 2015; Nothdurft et al. 2015; Esfahanizadeh et al. 2016), 5 estudios experimentales en animales (Abrahamsson et al. 2002; Nevins et al. 2010; Iglhaut et al. 2013; Chien et al.

2014; Neiva et al. 2016), 2 ensayos clínicos en humanos (Schwarz et al. 2013; Geurs et al. 2016) y 2 casos clínicos (Geurs et al. 2011; Nevins et al. 2012b).

Los tipos de superficie estudiadas fueron: titanio con tratamiento de plasma a presión atmosférica, titanio liso o mecanizado, titanio con superficie rugosa post tratamiento abrasivo, aleación de titanio y titanio puro con superficie tratada por oxidación anódica, zirconio liso, zirconio de superficie rugosa post tratamiento abrasivo, aleación de cromo-molibdeno mecanizado, aleación de titanio con un recubrimiento de nitruro de titanio, aleación de titanio con un tratamiento de superficie en el que se utilizó oxidación, aleación de titanio con recubrimiento de composite, alúmina previamente molida sinterizada, alúmina sinterizada, alúmina sinterizada y pulida, titanio con tratamiento láser (Laser-Lok<sup>®</sup>), titanio con superficie modificada con fluoruro (Activfluor<sup>®</sup>), aleación de titanio y zirconio con grabado ácido, titanio con grabado ácido, titanio con superficie dúo termal y grabado ácido (Osseotite<sup>®</sup>).

En los estudios in vitro la muestra estudiada en su mayoría fueron discos y en 2 estudios se utilizaron cilindros. En los estudios de experimentación con animales la muestra fueron perros Foxhound y Beagle. En los estudios en seres humanos la muestra incluyó entre 20 y 30 personas con edades comprendidas entre 18 y 80 años, y en los casos clínicos se estudiaron de 1 a 2 personas.

Al analizar los niveles de evidencia de los estudios incluidos se obtiene que doce de ellos tenían un nivel 5, dos un nivel 4 y dos artículos un nivel 2 de evidencia científica (*Tabla 1.1*).

Autor	Año	Nivel de evidencia OCEBM
Ezfahanizadeh et al.	2016	Nivel 5
Lee et al.	2015	Nivel 5
Kim et al.	2015	Nivel 5
Nothdurft et al.	2014	Nivel 5
Mustafa et al.	2005	Nivel 5
Neiva et al.	2016	Nivel 5
Chien et al.	2014	Nivel 5
Dorkhan et al.	2014	Nivel 5
Xing et al.	2014	Nivel 5
Iglhaut et al.	2013	Nivel 5
Nevins et al.	2010	Nivel 5
Abrahamsson et al.	2002	Nivel 5
Nevins et al.	2012	Nivel 4
Geurs et al.	2011	Nivel 4
Geurs et al.	2016	Nivel 2
Schwarz et al.	2013	Nivel 2

**Tabla 1.1.** Niveles de evidencia de cada artículo analizado en la revisión de Blázquez-Hinarejos et al. (2017) según Oxford Centre for Evidence-Based Medicine (OCEBM) (Howick et al. 2011).

En base a la revisión, los resultados de los estudios in vitro apuntan a una mayor proliferación y adhesión celular en las superficies tratadas con diferentes técnicas, mostrando que las superficies rugosas parecen tener mejores propiedades.

En uno de los estudios en el que se comparó la adhesión de los keratinocitos y los fibroblastos gingivales a pilares de superficies de titanio liso y a superficies de titanio tratadas por oxidación anódica no se observaron diferencias significativas (Dorkhan et al. 2014). Sin embargo en uno de los estudios en que se compararon diferentes materiales (titanio vs zirconio), la proliferación celular fue mayor en superficies de zirconio tanto lisas como rugosas. Específicamente la proliferación de fibroblastos fue mayor en las superficies lisas de zirconio, esto podría ser explicado debido a que las superficies de zirconio tienen una mayor dureza que las de titanio y al ser pulidas y/o mecanizadas esta dureza aumenta en comparación con las superficies de titanio, ya que los procedimientos para lograr estas superficies son diferentes (Nothdurft et al. 2015).

En otro estudio analizado en la revisión, se comparó la unión celular de fibroblastos a diferentes materiales y se determinó que el ángulo de humectancia o de contacto tiene una relación inversa a la adhesión celular. (Kim et al. 2015).

En otro estudio en el que las superficies de titanio se trataron con diferentes ácidos orgánicos, se obtuvo una superficie con una capacidad

hidrofílica inferior, resultando en una mejora para la proliferación de los fibroblastos (Xing et al. 2014).

Es importante destacar que cada uno de los estudios in vitro utilizaron diferentes técnicas para medir la proliferación y unión celular y esto puede influir negativamente al comparar los resultados.

De manera global, al analizar los estudios en animales es importante tener en cuenta la diferencia en el tiempo de cicatrización transcurrido entre la colocación de los pilares y la toma de las muestras de los diferentes estudios. Así el tiempo varía de entre 3 semanas (Neiva et al. 2016), 6-8 semanas (Iglhaut et al. 2013), 2 y 3 meses (Chien et al. 2014; Nevins et al. 2010). Este hecho puede modificar los resultados obtenidos y añadir una dificultad en la comparación de los mismos.

Además, al no existir un seguimiento en estos casos no es posible conocer si los resultados son permanentes a lo largo del tiempo.

Referente a los estudios en humanos, son difíciles de realizar debido al aspecto ético de los mismos y a que se requiere extraer una porción de tejido gingival alrededor del implante o bien del pilar lo que pudiese afectar a la cicatrización a largo plazo del tejido que rodea al implante. Cuando estos estudios son realizados la muestra obtenida es tan pequeña que pueden producirse modificaciones que dificulten su estudio posterior, e incluso la pérdida completa de la muestra tal y como ocurrió en dos de los estudios que se han revisado (Geurs et al. 2016; Nevins et al 2012b).

Por otro lado, problemas en la cicatrización postquirúrgica como puede ser la recesión de los tejidos, pueden afectar la evaluación del comportamiento de los pilares de cicatrización tal y como ocurrió en uno de los estudios analizados (Schwartz et al. 2013).

El análisis histológico de las muestras de los estudios en animales y en humanos, mostraba que en las superficies tratadas la distribución y posición de las fibras colágenas era más perpendicular a la superficie del implante/pilar y el epitelio de unión se encontraba más coronal en relación al hombro del implante por lo tanto el nivel de la cresta ósea era más alta al comparar estos parámetros con pilares sin tratamiento en la superficie.

Después de realizar la revisión de los artículos se demuestra que los diferentes tipos de modificación en la superficie de los pilares sobre implantes pueden aportar un beneficio en la unión tejido conectivo al pilar, sin embargo debido a que la mayoría de estos estudios son in vitro o en animales de experimentación estos resultados no pueden ser completamente extrapolados a los resultados que pudiesen darse en humanos y deben realizarse más estudios en humanos para obtener una mayor evidencia de estos resultados.

## 2. JUSTIFICACIÓN - ANTECEDENTES

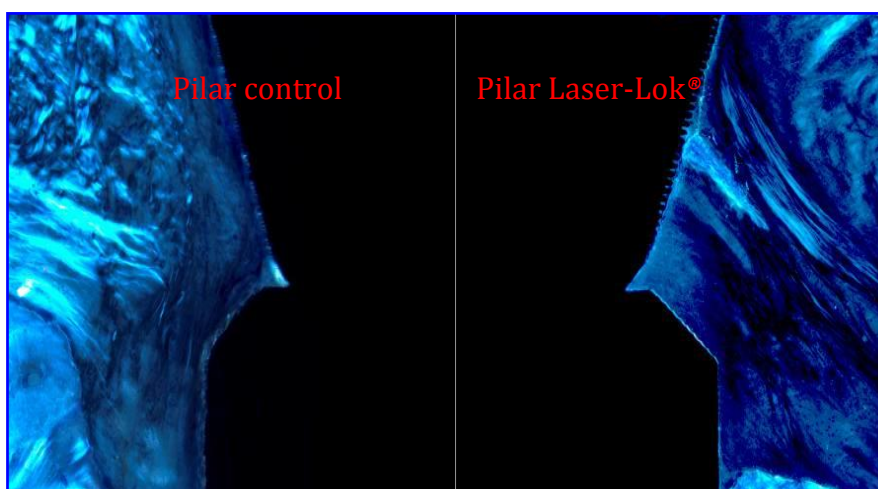




Una vez observado que el tratamiento láser en la zona cervical del implante puede ser beneficioso para los tejidos gingivales periimplantarios, algunas investigaciones apoyan la teoría de que este sellado o adhesión de los tejidos gingivales podría ser beneficioso en el pilar prostodónico definitivo que se fija al implante. Si se adquiere un sellado en la zona cervical del pilar, se podría evitar la migración bacteriana a este nivel y por consiguiente la pérdida ósea alrededor del implante.

Con este objetivo, Nevins et al. (2010) realizaron un estudio en modelo animal utilizando, a diferencia de los estudios anteriores que empleaban implantes tratados con láser, pilares prostodónicos tratados con láser.

Este estudio reveló una mejor adhesión del tejido conectivo alrededor de los pilares tratados con láser en comparación a los pilares de titanio sin tratar y una disposición de las fibras colágenas más perpendicular al eje longitudinal del implante (*Figura 2.1*).



**Figura 2.1.** Imagen histológica tomada del artículo de Nevins et al. (2010) donde se puede observar la disposición de las fibras colágenas con disposición paralela en los pilares control y perpendicular en los pilares Laser-Lok®.

Se cree que los hallazgos de Nevins et al. (2010) en un modelo animal son de gran interés, pero los mismos autores nos indican que faltan estudios clínicos aleatorizados en humanos para poder demostrar este hecho; en caso de demostrarse, se puede pensar en una disminución de la proliferación bacteriana y en último lugar prevenir una de las causas de la enfermedad periimplantaria.

En la actualidad, la utilización de implantes dentales oseointegrados va en aumento y con ello los problemas periimplantarios asociados (Lang y Berglundh 2011). Por esta razón, es importante considerar la ayuda tecnológica en este campo con una sólida base científica.

De este modo, se cree que una adhesión óptima de las fibras colágenas alrededor del pilar prostodónico puede ser de gran interés en el terreno que nos ocupa y por ello se ha planteado este estudio experimental en humanos, para ampliar el conocimiento científico de esta tecnología aplicada a los pilares prostodónicos.

De hecho, en la revisión sistemática realizada sobre los pilares sobre implantes con tratamiento de superficie, se ha observado que pueden ser beneficiosos para obtener un correcto sellado de los tejidos blandos alrededor de implantes, pero todavía faltan más estudios en este campo, especialmente en humanos (Blázquez-Hinarejos et al. 2017).

Actualmente no existe un protocolo que ayude al clínico a determinar qué tipo de pilar protésico logra un mejor sellado de los tejidos alrededor del implante.

## 3. HIPÓTESIS

### **3.1. Hipótesis principal.**

- Hipótesis de trabajo.

Existe adhesión del tejido gingival alrededor de los pilares de titanio con microsurcos realizados por ablación láser en su zona cervical.

- Hipótesis nula.

No existe diferencia en la adhesión del tejido gingival a los pilares tratados con láser en su zona cervical y los no tratados con láser.

### **3.2. Hipótesis secundaria.**

- Hipótesis de trabajo.

Existe mayor porcentaje de contacto del tejido gingival vivo a la superficie de los pilares con tratamiento láser.

- Hipótesis nula.

No existen diferencias en el porcentaje de contacto del tejido gingival vivo a la superficie de ambos tipos de pilares.

## **4. OBJETIVOS**

#### **4.1 Objetivo principal.**

- Comparar las diferencias de adhesión del tejido gingival circundante entre los pilares tratados mediante láser y los pilares sin dicho tratamiento de superficie en humanos.

#### **4.2 Objetivos secundarios.**

- Calcular el porcentaje de contacto del tejido gingival vivo a la superficie de los pilares con tratamiento láser.
- Calcular el porcentaje de contacto del tejido gingival vivo a la superficie de los pilares sin dicho tratamiento de superficie.
- Comparar el porcentaje de contacto del tejido gingival vivo a la superficie ambos pilares.



# **5. MATERIAL Y MÉTODOS**



## 5.1. Materiales.

### 5.1.1. Pilares de estudio Laser-Lok® (BioHorizons, Birmingham, USA).

Consiste en un pilar de titanio que puede colocarse el mismo día de la inserción del implante, puede ser usado para confeccionar la prótesis dental definitiva ya que es un pilar prostodóncico.

Cada pilar Laser-Lok® tiene una altura de 6 mm de longitud y la zona tratada con láser queda circunscrita a la superficie externa del pilar más próxima a la conexión protésica y tiene una longitud total de 0,7 mm.

Los pilares tienen diferentes plataformas protésicas y la elección dependerá del diámetro del implante utilizado en cada caso, según la disponibilidad ósea del paciente (*Figura 5.1*).

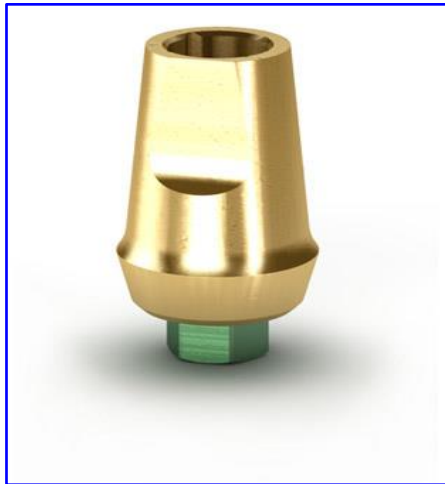


*Figura. 5.1. Pilar Laser-Lok®.*

### 5.1.2. Pilares control 3inOne® (BioHorizons, Birmingham, USA).

Consiste en un pilar de titanio sin tratamiento de superficie en su zona cervical, totalmente liso que tiene una altura total de 8 mm y que puede insertarse el mismo día de la cirugía, y puede utilizarse para confeccionar la prótesis definitiva (*Figura 5.2*).

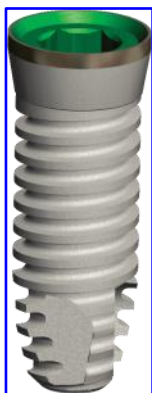
También dispone de diferentes plataformas protésicas dependiendo del diámetro del implante que vamos a utilizar.



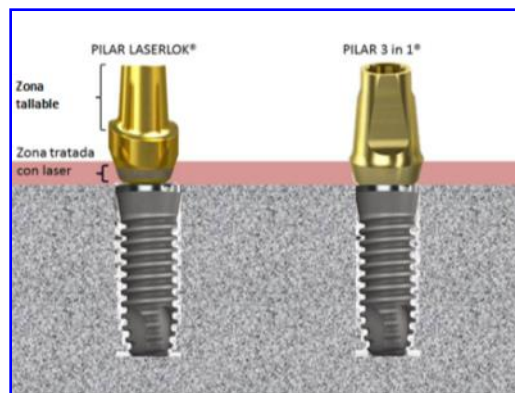
**Figura 5.2.** *Pilar 3inOne®.*

### 5.1.3. Implantes Internal® (BioHorizons, Birmingham, USA).

Consiste en un implante dental de titanio de conexión protésica interna de cuerpo cilíndrico con un tratamiento de superficie específico de RBT (Resorbable Blast Texturing) y rosca cuadrada. Este implante no posee ningún tratamiento de superficie especial en su zona cervical (*Figuras 5.3 y 5.4*).



**Figura 5.3.** *Implante de conexión interna.*



**Figura 5.4.** *Esquema que muestra los dos tipos de pilares que se van a utilizar en el estudio.*

## 5.2. Población de estudio. Cálculo del tamaño de la muestra.

Los pacientes involucrados en el estudio fueron todos visitados y tratados en el Máster de Medicina, Cirugía i Implantología Oral de la Facultat d'Odontologia de la Universitat de Barcelona.

Se seleccionaron los pacientes que necesitaban dos implantes en la zona posterior no estética, ya sea unilateral o bilateralmente.

Se descartaron los pacientes que requerían dos implantes adyacentes por el riesgo de no disponer de suficiente margen para la obtención de las muestras.

En un primer momento, se tomó como referencia el estudio en modelo animal de Nevins et al. (2010). En dicho estudio se encontraron diferencias significativas con la participación de 6 perros y un total de 40 implantes insertados. De este modo se estableció un número de conveniencia de 40 implantes correspondientes a 20 sujetos, para conectar 20 pilares prostodóncicos Laser-Lok<sup>®</sup> y 20 pilares lisos sin tratamiento en su zona cervical.

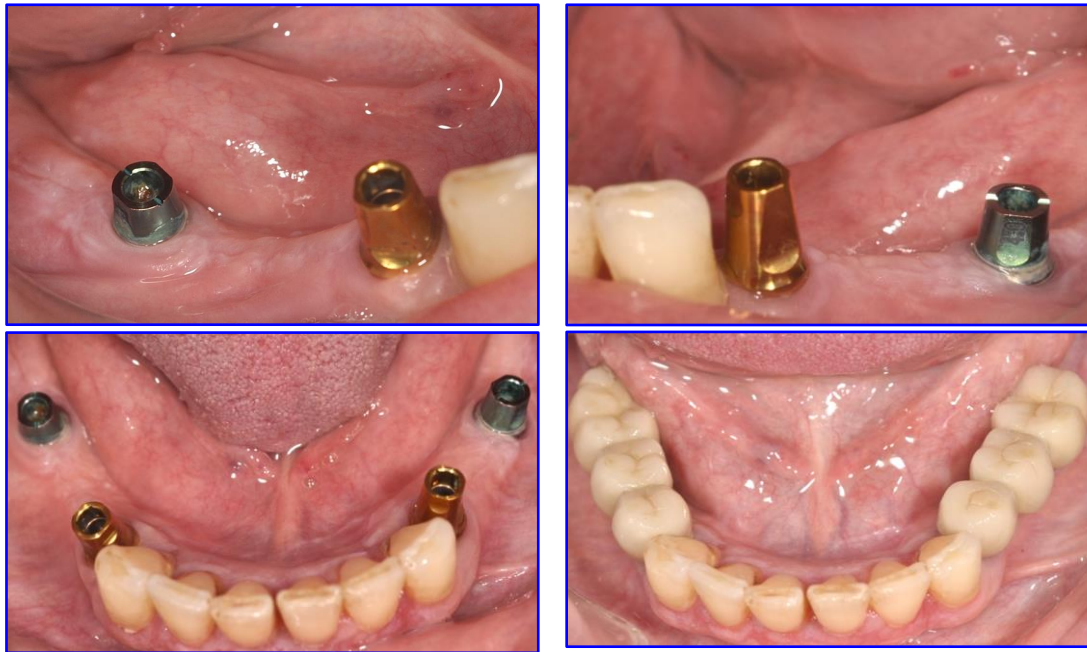
Ahora bien, la presencia o ausencia de adhesión del tejido conectivo a la superficie de los aditamentos analizados se trató como una variable cualitativa dicotómica. Se obtuvo un número de 18 sujetos para detectar diferencias estadísticamente significativas entre una proporción de 0 (ninguna muestra de cualquiera de los grupos presentase contacto con tejido gingival) y una proporción final de 0.5 (al menos el 50% de las muestras de cualquiera de los grupos presentase contacto con el tejido gingival), aceptando un riesgo alfa de 0.05 y un riesgo beta de 0.2 en un contraste bilateral.

Una vez iniciado el análisis de las muestras y obtenidos los resultados preliminares se observaron diferencias estadísticamente significativas con 6 participantes y un total de 12 implantes insertados, 6 de ellos conectados a pilares Laser-Lok<sup>®</sup> y los otros 6 a pilares 3inOne<sup>®</sup>, tal y como se explica en el apartado de *Resultados*.

Este hecho hizo que los investigadores dejaran de reclutar más sujetos y decidieran presentar esos resultados en humanos.

### 5.3. Criterios de inclusión.

- Tener entre 18 años y 80 años.
- Presentar un edentulismo parcial de 2 dientes como mínimo en su zona posterior no estética.
- Pacientes que tuvieran como plan de tratamiento la colocación de 2 implantes en su zona posterior no estética y que estos dos implantes no sean adyacentes.
- Pacientes sin enfermedades sistémicas que impidiesen la colocación de implantes.
- Paciente ASA 1 o ASA 2 (Smeets et al. 1998).
- Pacientes con encía adherida favorable, considerando como óptimo la presencia de una cantidad de encía queratinizada superior o igual a 7 mm en sentido vestíbulo – lingual alrededor del implante) a los 90 días de la inserción del mismo (Kim et al. 2009). En base a esta premisa se realizó la incisión del tejido blando y se toman las muestras solo en el caso de tener suficiente encía queratinizada (*Figura 5.5*).
- Ausencia clínica de riesgo de periimplantitis en la revisión de los 90 días. (García-Calderon et al. 2014) (*Figura 5.5*).



**Figura 5.5.** Paciente con suficiente encía queratinizada en el control postoperatorio a los 90 días y ausencia de posible periimplantitis. Secuencia clínica hasta la rehabilitación final.

#### 5.4. Criterios de exclusión.

- Fumadores de 1 cigarrillo o más diario.
- Pacientes que se encontrasen bajo cualquier condición conocida susceptible de ser una contraindicación absoluta o relativa a la inserción de implantes dentales.
  - Pacientes que requiriesen cualquier técnica quirúrgica adicional de injerto óseo o gingival con el fin de insertar el implante dental.
  - Pacientes que rechazasen la inclusión en el estudio y la firma del consentimiento informado.
  - Pacientes que a los 90 días de la inserción del implante y el pilar no tuviesen suficiente encía queratinizada alrededor del pilar (*Figura 5.5*). En este caso se procedió a rehabilitar protésicamente al paciente mediante la

técnica tradicional quedando excluido del estudio clínico.

- Pacientes con riesgo de periimplantitis en la revisión de los 90 días. (García-Calderon et al. 2014). Se tomaron como criterios de riesgo de periimplantitis el sondaje superior o igual a 3 mm o bien los signos evidentes de inflamación y la pérdida ósea objetivable alrededor del implante (García-Calderon et al. 2014). En los casos en los que se excluyó al participante a los 90 días según dichos criterios, se procedió a rehabilitar protésicamente al paciente mediante la técnica tradicional.

### **5.5. Aspectos éticos y legales del estudio:**

El protocolo de estudio, así como todos los procedimientos y materiales utilizados en el mismo fueron autorizados por el Comité d'Ètica i Investigació Clínica del Hospital Odontològic Universitat de Barcelona, y se obtuvo la conformidad del centro para la realización del estudio en dichas instalaciones. Se adjuntan los documentos acreditativos CEIC 09/2012 (*Anexo 10.1*).

Todos los sujetos participantes fueron informados sobre su participación en el estudio y firmaron un consentimiento informado (*Anexos 10.2 y 10.3*).

Este estudio siguió los principios de la Declaración de Helsinki sobre la participación de sujetos humanos en ensayos clínicos y fue registrado en ClinicalTrials.gov con el ID: NCT01954485 (*Anexo 10.4*).

### **5.6. Aleatorización.**

La asignación de los pilares a cada uno de los implantes se realizó aleatoriamente mediante el programa informático SPSS 15.0 (SPSS Inc, Chicago, Il, EEUU) con el fin de evitar diferencias en los resultados por el hecho de ser diferente la localización oral de cada pilar en un mismo sujeto.

Una vez asignado un pilar a un implante, al otro implante se le asignó el



otro tipo de pilar.

El paciente fue desconocedor en todo momento sobre qué implantes se encontraban conectados a los pilares tratados con láser y cuales de ellos a los pilares control.

Aunque ambos tipos de pilares tienen diferencias macroscópicas, un individuo no experto como es el caso del paciente, no podía distinguir ambos tipos de pilares (*Figuras 5.1 y 5.2*). Además la zona diferenciada se encontraba cubierta por tejido gingival.

El técnico de laboratorio, así como la persona examinadora de las muestras desconocían en todo momento qué tipo de pilar pertenecía cada muestra.

La persona que realizó la inserción quirúrgica de los implantes junto a la conexión de los pilares sí conocía qué pilar se asignaba a cada implante, por las diferencias de cada pilar en su zona cervical con tratamiento Laser-Lok®.

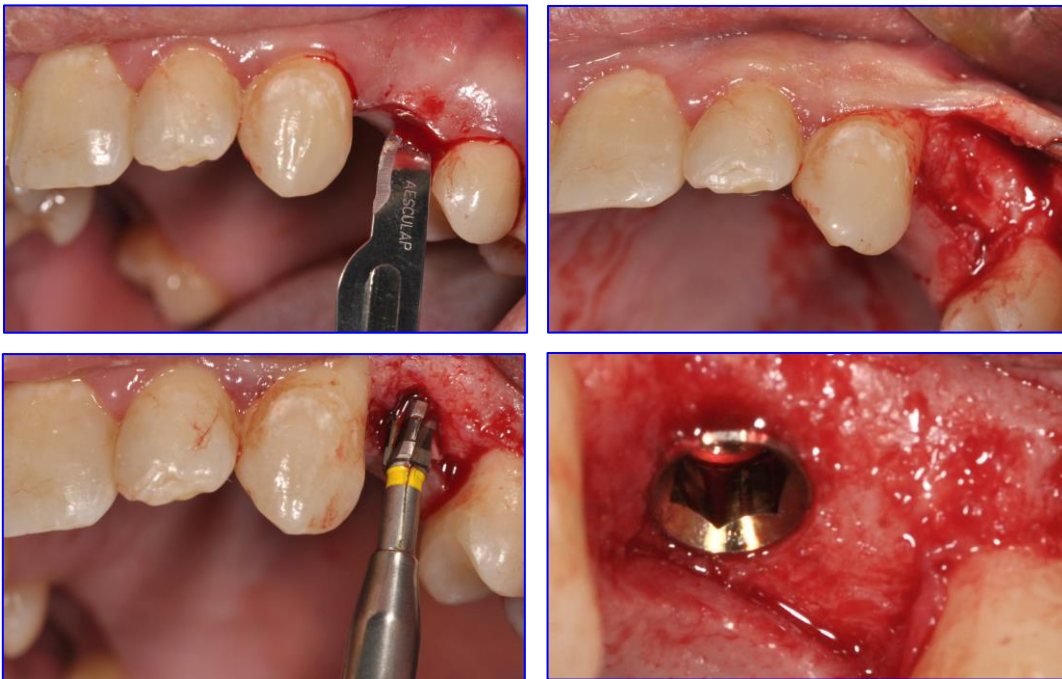
La misma persona fue la encargada de realizar las extracciones de las muestras y codificó cada una de ellas con una X o con una Y, anotando en un registro a qué pilar pertenecía cada una de ellas.

### **5.7. Procedimiento quirúrgico.**

Todos los pacientes recibieron cobertura antibiótica de 2g de amoxicilina 1 hora antes de la intervención y 2g diarios los 7 días posteriores (Caiazza et al. 2011).

A cada paciente se le realizó una cirugía de inserción de dos implantes bajo anestesia local (Ultracain®, epinephrine 1:50.000, Normon, Madrid, Spain) realizando incisiones crestales y colgajos de espesor total con hojas de bisturí número 12 y/o 15 (Braun®, Melsungen, Germany) (*Figura 5.6*), colocando dos implantes BioHorizons Internal Implant® (BioHorizons, Birmingham, EEUU) (*Figura 5.1*).

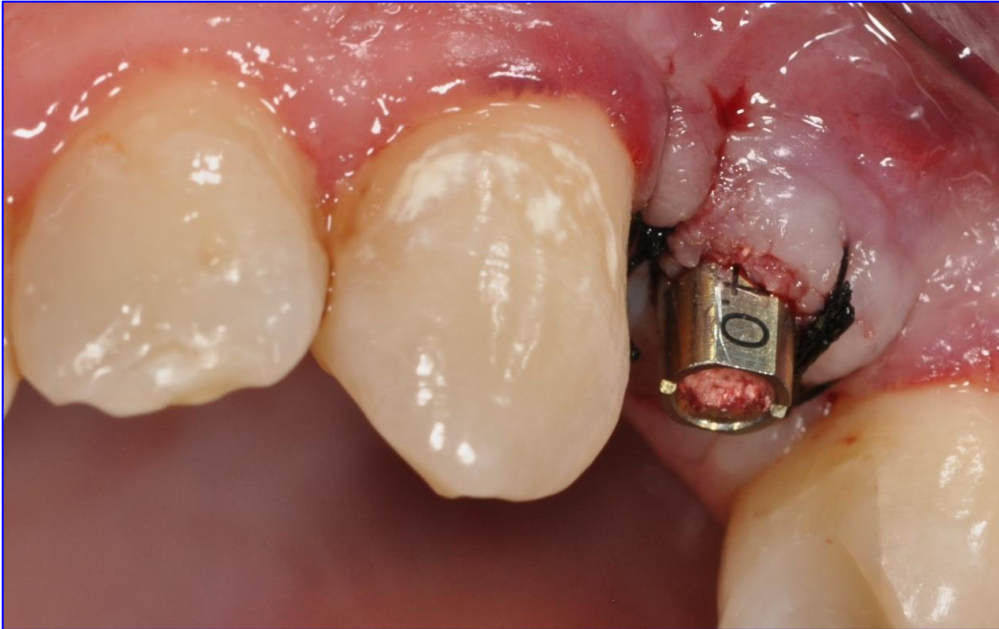
En uno de los implantes se atornilló un pilar con tratamiento Laser-Lok® (BioHorizons, Birmingham, EEUU) de 6 mm de altura de los cuales 0,7 mm pertenecen a la zona tratada con láser que se encuentra en la zona más cercana a la conexión. En el otro implante alternativamente, se atornilló un pilar de titanio liso sin tratamiento de superficie 3inOne® (BioHorizons, Birmingham, EEUU) de 8 mm de altura total.



**Figura 5.6.** Secuencia quirúrgica que muestra el protocolo a seguir para la inserción quirúrgica de los implantes de estudio.

La inserción de los implantes permitió dejar una distancia mínima de 1,5 mm entre implantes y dientes adyacentes con el fin de preservar los tejidos blandos y el hueso circundante a los dientes, tal y como describen Grunder et al. (2005).

Se suturaron los tejidos en todos los casos con material de sutura no reabsorbible (seda 4-0, Aragón®, Barcelona, Spain) (Figura 5.7).



**Figura 5.7.** *Implante insertado con el pilar atornillado y la sutura de los tejidos blandos.*

Como tratamiento coadyuvante domiciliario, se prescribieron enjuagues con solución de clorhexidina 0,12 % durante 14 días y con una posología de 3 veces al día.

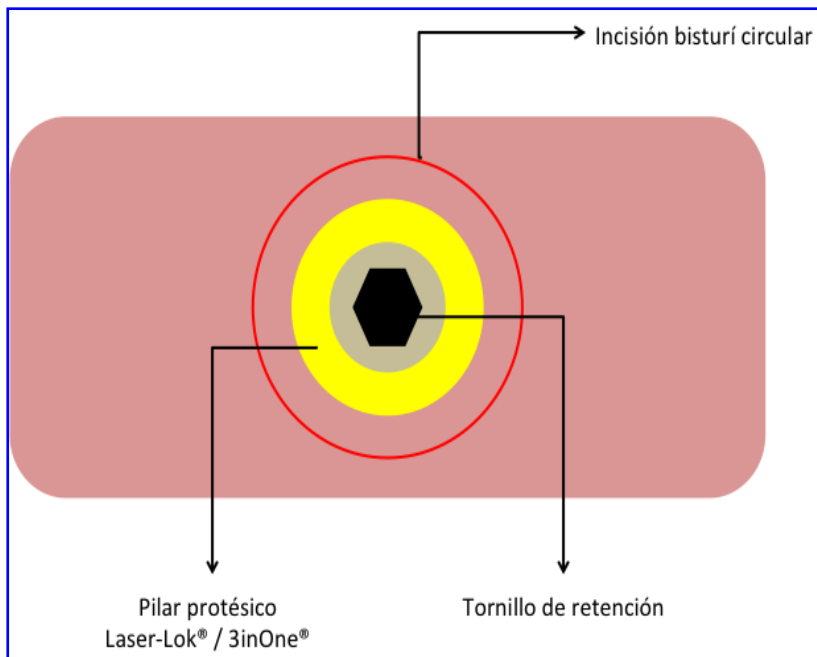
A los 14 días de la intervención quirúrgica se realizó una visita postoperatoria para la retirada de la sutura y el control de la herida (*Figura 5.8*). Si el paciente tuvo alguna complicación durante esos 14 días pudo consultar al investigador principal mediante un teléfono facilitado en la hoja informativa (*Anexo 10.2*).



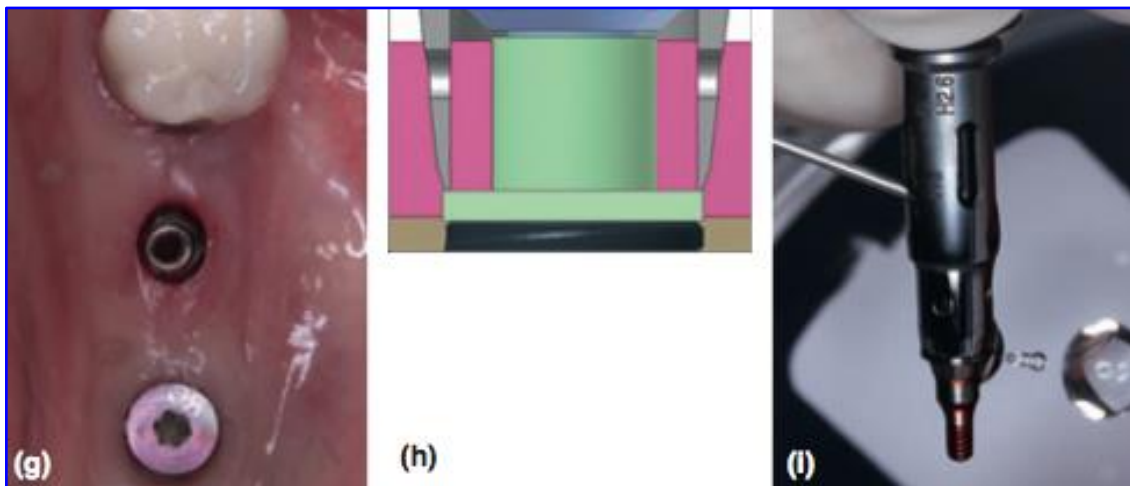
**Figura 5.8.** Aspecto clínico a los 14 días postoperatorios una vez retirados los puntos de sutura.

Posteriormente se realizaron controles pasados 30 y 60 días desde la intervención quirúrgica.

A los 90 días de la intervención se practicó el segundo abordaje quirúrgico. La incisión se realizó mediante un bisturí circular posicionado concéntricamente y de un diámetro 2 mm mayor que el pilar, ejerciendo siempre un contacto directo entre la superficie cortante del bisturí y la superficie ósea (*Figura 5.9*) de forma similar a la incisión realizada por Schwarz y et al. (2013) en su estudio clínico randomizado multicéntrico (*Figura 5.10*). De esa manera en todos los casos quedaba un perímetro de 1 mm de tejido blando en todo el contorno gingival alrededor del pilar seccionado para poderlo retirar junto al pilar.



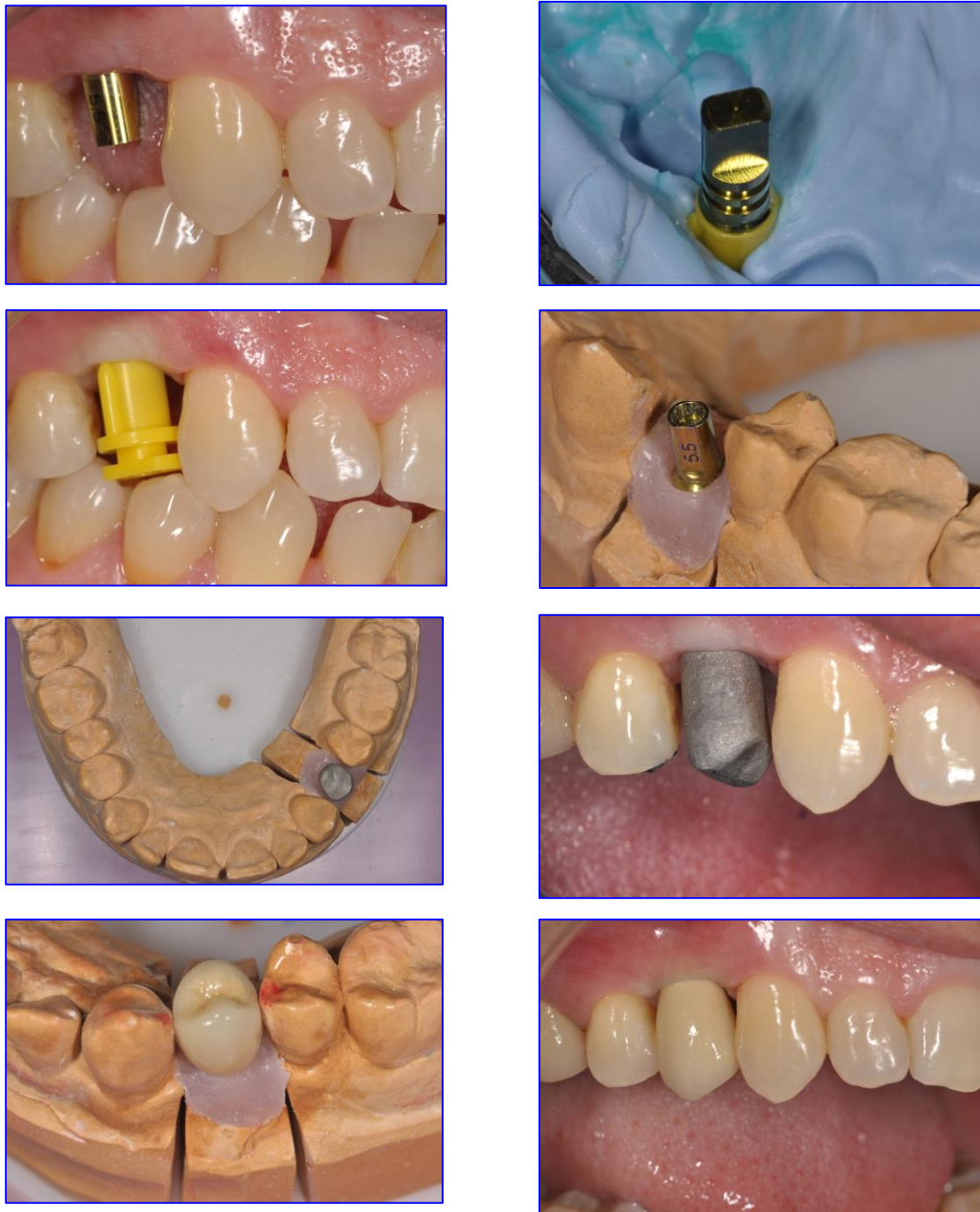
**Figura 5.9.** Esquema de la incisión.



**Figura 5.10.** Fotografía tomada del artículo de Schwarz et al. (2013) donde realizan la extracción de la muestra de tejido gingival mediante una técnica similar a la realizada en nuestro estudio.

Una vez hecha la incisión se desatornilló el pilar, retirando el complejo formado por el pilar y 1 mm de tejido gingival circundante para su estudio histológico.

Una vez extraído cada pilar se insertaron de nuevo en cada implante un pilar Laser-Lok® (BioHorizons, Birmingham, EEUU) en todos los implantes. Los tejidos blandos se dejaron cicatrizar durante las siguientes 15 semanas, ya que Nevins et al. (2012b) demostraron una correcta reinserción del tejido gingival a un pilar Laser-Lok® en ese período. Posteriormente a este período se siguió el protocolo habitual para rehabilitar el caso (medidas para prótesis, confección de la prótesis, controles periódicos, post carga, etc.) (*Figura 5.11*).



**Figura 5.11.** Protocolo habitual para la confección de una corona sobre implante dental. En este caso se utiliza un pilar Laser-Lok®. Sobre el pilar se toma la impresión que posteriormente el técnico de laboratorio vacía en escayola para la confección de una corona cementada. En una primera fase se realiza la estructura metálica y en una segunda se confecciona la corona final metal-cerámica.

### **5.8. Almacenamiento y registro de las muestras.**

Una vez extraídas las muestras se utilizó una pinza para sostenerlas y cada una de ellas fue observada visualmente para comprobar que el tejido blando recogido fuera del tamaño que requería el estudio clínico y que la muestra estuviera en óptimas condiciones para poder ser procesada.

Con el fin de no perder la porción de encía unida al pilar, se introdujo cada muestra, compuesta por el pilar y el tejido blando, dentro de un cajetín plástico con múltiples perforaciones. De esta forma la muestra quedaba totalmente ajustada dentro del cajetín y no era posible la pérdida de la porción de tejido blando antes de su fijación.

A cada muestra se le asignó una “X” o una “Y” y se dejó la letra escrita en la zona exterior del cajetín plástico.

Cada muestra se incluyó en una concentración de formaldehído al 10% de forma independiente.

Los datos de los registros de las muestras del estudio fueron introducidos y ordenados en una hoja de cálculo en formato Excel. El registro consistía en asignar un número a cada paciente y una letra “X” o “Y” a cada muestra, ya sea la correspondiente al pilar de estudio o bien al pilar control.

### **5.9. Preparación de las muestras.**

Todas las muestras fueron procesadas en el Departament d'Anatomia i Embriologia Humana de la Facultat d'Odontologia de la Universitat de Barcelona.

Las muestras se procesaron para su estudio utilizando la técnica de inclusión en metacrilato descrita previamente por Donath y Breuner (1982) y Donath (1985).

- En primer lugar se abrieron los cajetines plásticos incluidos en la



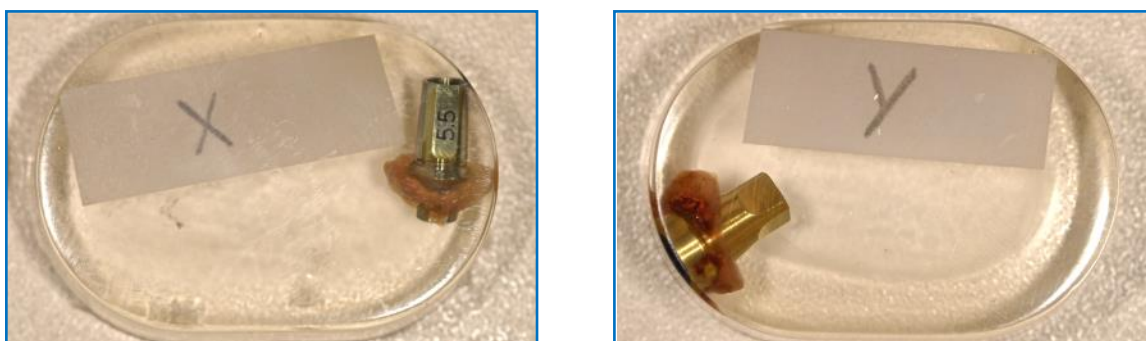
solución de formaldehído al 10% y se retiraron las muestras ya fijadas.

- Posteriormente se lavaron las muestras y se deshidrataron mediante pases sucesivos por diferentes alcoholes de distinta concentración bajo agitación constante. La secuencia completa consistió en la inclusión de la muestra durante tres días en alcohol con concentración del 70%, tres días posteriores en alcohol al 80%, tres días más en alcohol al 96% y para finalizar se incluyeron los últimos tres días en alcohol al 100%.

- Una vez finalizada la deshidratación se procedió a la infiltración plástica mezclando glicolmetacrilato (Technovit 7200®, VLC – Heraeus Kulzer GMBH, Werheim, Alemania) y peróxido de benzoilo (BPO®: Heraus Kulzer GMBH, Werheim, Alemania) al 1% con alcohol etílico a distintas concentraciones, finalizando con dos infiltraciones de glicolmetacrilato puro.

- Para llevar a cabo la inclusión se introdujeron las muestras de tejido en unos moldes de polietileno que posteriormente se rellenaron con resina (Technovit 7200®) bajo el efecto del vacío y después se polimerizaron los moldes mediante luz.

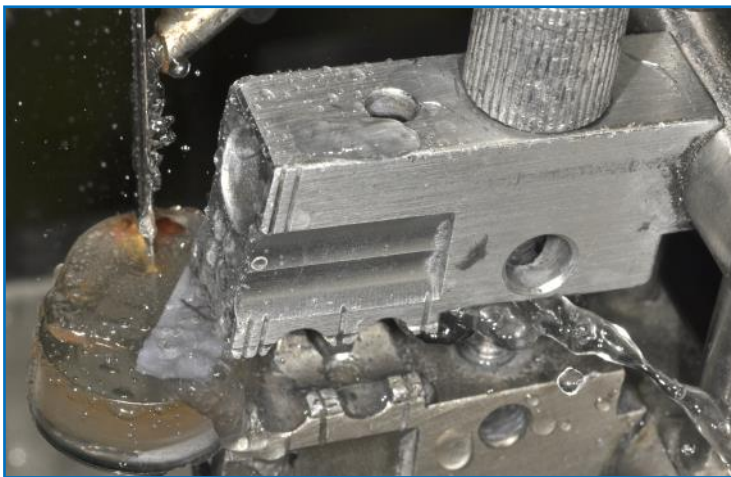
- Se introdujo junto a cada muestra una porción de papel vegetal con la letra asignada a cada muestra. Obteniendo tras la polimerización un bloque de resina alojando en su interior la muestra de tejido blando alrededor del pilar y el papel escrito con la letra asignada a cada muestra (*Figura 5.12*).



**Figura 5.12.** Dos bloques de resina polimerizados pertenecientes a un mismo individuo,

el asignado con la letra "X" pertenece a un pilar Laser-Lok<sup>®</sup> y el de la letra "Y" es un pilar 3inOne<sup>®</sup>.

- Una vez polimerizados los bloques se cortaron por la mitad mediante una sierra de banda (Ekakt 300) siguiendo el eje longitudinal del pilar, siempre con abundante irrigación para evitar el sobrecalentamiento de la muestra (Figuras 5.13 y 5.14).



**Figura 5.13.** Primer corte sobre el bloque de resina.



**Figura 5.14.** Primera sección obtenida tras el corte por el eje longitudinal del pilar.

- Cada sección obtenida se montó en una lámina acrílica con ayuda de una resina (Technovit 4000® Heraus Kulzer GMBH, Werheim, Alemania), utilizando una prensa de pegado y una bomba de vacío (*Figura 5.15*) y tras finalizar su polimerización, el bloque ya quedaba listo para ser pulido.



**Figura 5.15.** Prensa de pegado y bomba de vacío.

- Cada bloque montado en la lámina acrílica se sometió a un exhaustivo microdesgaste y pulido (Exakt Micro Grinding System®, Aparatebau GMBH, Hamburg, Alemania) con papeles de carburo de silicio de diferentes grosores (*Figuras 5.16 y 5.17*).

- Con la ayuda de un micrómetro de precisión se fueron midiendo los grosores obtenidos hasta alcanzar secciones de 40 $\mu$ m de espesor (*Figuras 5.18 y 5.19*), ya quedando preparadas para su posterior tinción.



**Figura 5.16.** Máquina de microdesgaste Pulidora Exakt Micro Grinding System.

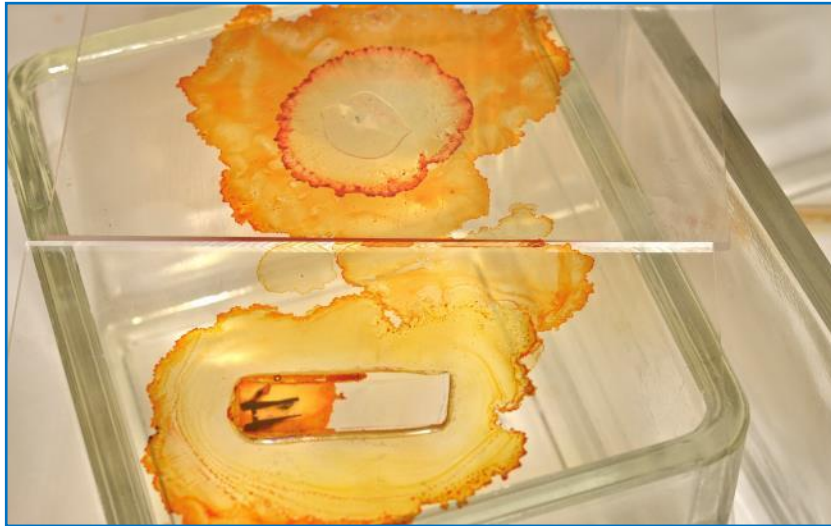


**Figura 5.17.** Discos de pulir de carburo de silicio.

- De los diferentes cortes obtenidos se seleccionaron dos de cada muestra para teñir, uno de ellos con tinción tricrómica de Masson y el otro con tinción de Azul de Toluidina para su posterior observación mediante microscopio óptico.



**Figura 5.18.** Micrómetro de precisión.



**Figura 5.19.** Muestras de 200  $\mu\text{m}$  (inferior) y 40  $\mu\text{m}$  (superior).

### 5.10. Análisis histológico de las muestras.

Los cortes histológicos obtenidos tras la preparación de las muestras se analizaron empleando un microscopio óptico Leica DMD (Leica Microsystems, Wetzlar, Germany) el cual además de permitir observar las preparaciones realiza fotografías mediante cámara digital de las imágenes de microscopía, permitiendo observar la existencia o no de unión de los tejidos blandos al pilar.

Se observaron todas las muestras mediante los objetivos x4, x10, x40 y x100 y se realizaron fotografías digitales a todos los aumentos. Además, se utilizó la luz polarizada que permite visualizar mejor las células y las fibras del tejido en el microscopio.

Para capturar las imágenes se observó microscópicamente los primeros 0,7 mm de la zona cervical del pilar desde la conexión protésica, tanto en los pilares de estudio Laser-Lok<sup>®</sup> como en los pilares control de titanio liso sin tratamiento cervical 3inOne<sup>®</sup>.

El análisis histológico se realizó en el Departamento de Patología y

Terapéutica Experimental del Campus de Ciencias de la Salud de la Universidad de Barcelona por parte de un investigador que analizó las muestras a ciegas y determinó la variable cualitativa de manera dicotómica:

- 1. Existe contacto entre el tejido conectivo circundante y el pilar.
- 0. No existe contacto entre el tejido conectivo circundante y el pilar.

### **5.11. Medición de los resultados.**

Se modificó la técnica previamente descrita utilizada para calcular el porcentaje de contacto entre hueso e implante (Manresa et al. 2014).

Se desarrolló un algoritmo en sistema MATLAB, que permitió calcular en las imágenes fotográficas digitalizadas de microscopía óptica la cantidad de superficie del pilar en contacto con tejidos blandos teñidos.

Este algoritmo binarizó las imágenes en dos colores y se definió el umbral del color para el titanio y para el tejido blando (tanto si estaba teñido con tinción tricrómica de Masson como si estaba teñido con azul de toluidina), de manera que se transformó cada imagen de manera automática en una imagen con 2 colores, el color negro mostrando el titanio o la ausencia de tejido, y el otro color del tejido gingival vivo.

Este sistema permitió que un experto en el sistema MATLAB trazase una línea en la interfase entre el tejido blando y la superficie de titanio en la que se calculase el porcentaje de esa línea que entraba en contacto entre ambos colores, como porcentaje de superficie del pilar con contacto a tejido blando en el área adyacente a la conexión protésica (TAC: tissue-abutment-contact).

El análisis y tratamiento de las imágenes fotográficas para el cálculo de porcentaje de adhesión fue llevado a cabo en el Industrial Research Organisation (CSIRO) de la Universidad de Canberra (Australia) por parte de un experto en tratamiento de imagen.

### **5.12. Análisis estadístico.**

La presencia o ausencia de adhesión entre el tejido conectivo y la superficie del pilar fue la variable principal de estudio y se trató como una variable dicotómica cualitativa en el análisis cualitativo.

Se creó una tabla de contingencia y se aplicó el test estadístico de Clopper-Pearson con el fin de comparar la proporción de tejido conectivo adherido tanto al pilar de estudio Laser-Lok<sup>®</sup> como al pilar control 3inOne<sup>®</sup>.

Se utilizó el Test de Wilcoxon para analizar la variable cuantitativa del porcentaje de unión de tejido a pilar o TAC (tissue-abutment-contact).

Se utilizó el programa estadístico SPSS para Windows v23.0 (IBM Statistics, Chicago, IL, USA) para realizar el análisis estadístico.

## **6. RESULTADOS**





### 6.1. Población de estudio final.

Participaron en el estudio 9 individuos, a los que se colocaron 18 implantes y de los que se obtuvo un total de 18 muestras, dos de cada participante.

Se perdieron las dos muestras de un paciente debido a que al realizar la incisión en el tejido gingival el paciente se movió bruscamente y no se pudo extraer una cantidad suficiente de tejido y se decidió no incluir esas muestras en el estudio.

Por otro lado, dos muestras más pertenecientes a dos pacientes diferentes se perdieron, ambas durante la técnica de procesado, probablemente por haberlas dejado más tiempo del debido en una de las soluciones alcohólicas, quedando en mal estado y por tanto inutilizadas para el estudio. Las muestras complementarias obtenidas de los dos pacientes en los que se perdió una de esas muestras se descartaron para el estudio, ya que no se disponía de control para comparar.

Finalmente tras el descarte de las muestras incorrectas, se obtuvieron los resultados de 6 participantes, 4 varones y 2 mujeres, con edades comprendidas entre 40 y 76 años (media de 58 años), los cuales fueron reclutados durante los primeros 4 meses del estudio clínico.

Tanto los pilares de estudio Laser-Lok® como los pilares 3inOne® se colocaron del diámetro perteneciente a cada diámetro del implante. Los diámetros de plataforma utilizados en ambos tipos de pilares y la posición en el medio oral de cada implante-pilar se muestran en la *Tabla 6.1*.

Participantes	Pilar	Posición	Diámetro Plataforma (mm)
1	LaserLok®	46	4,5
	3inOne®	44	3,5
2	LaserLok®	14	3,5
	3inOne®	25	3,5
3	LaserLok®	24	3,5
	3inOne®	26	4,5
4	LaserLok®	15	3,5
	3inOne®	25	3,5
5	LaserLok®	15	3,5
	3inOne®	45	4,5
6	LaserLok®	14	3,5
	3inOne®	36	4,5

**Tabla 6.1.** Distribución de los pacientes del estudio, posición dental a reemplazar y diámetro de la plataforma implante – pilar.

Como se ha explicado anteriormente, en este punto se decidió finalizar el reclutamiento de participantes ya que al analizar los resultados de 6 pacientes (12 muestras en total) ya se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

Todos los pacientes tuvieron una óptima cicatrización de los tejidos y todos los casos se restauraron mediante prótesis final definitiva de forma satisfactoria y utilizando en todos los casos pilares Laser-Lok<sup>®</sup> definitivos.

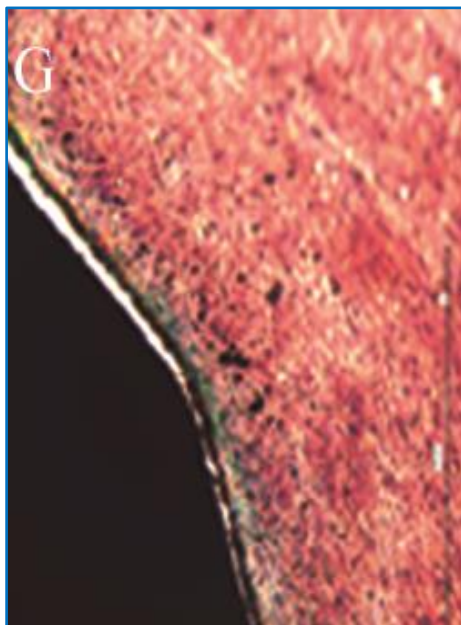
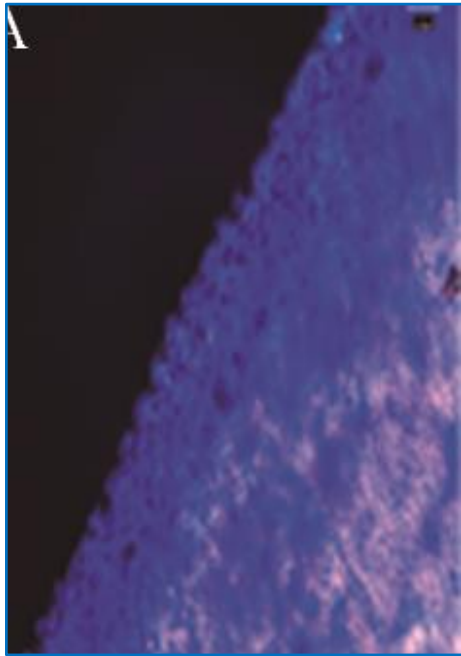
## **6.2. Observación histológica. Análisis cualitativo de los resultados.**

En el análisis histológico cualitativo de las muestras mediante microscopía óptica, utilizando diferentes aumentos se pudo identificar visualmente que había una separación clara entre el tejido gingival teñido y la superficie del pilar en las muestras pertenecientes al grupo control. En cambio no se apreciaba visualmente ninguna separación entre la encía teñida y la superficie de titanio en la zona tratada de los pilares de estudio Laser-Lok<sup>®</sup>.

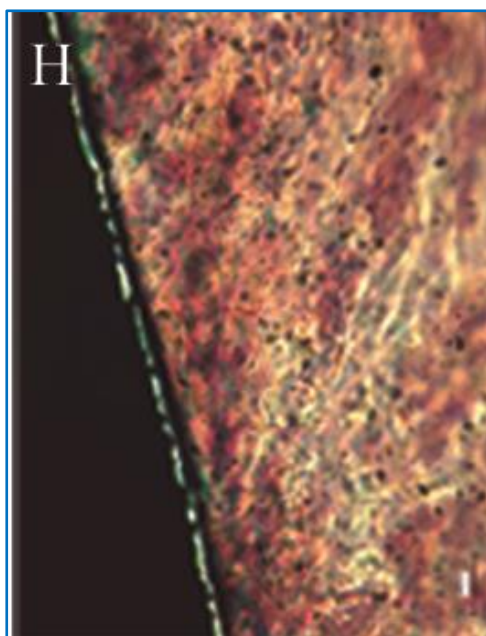
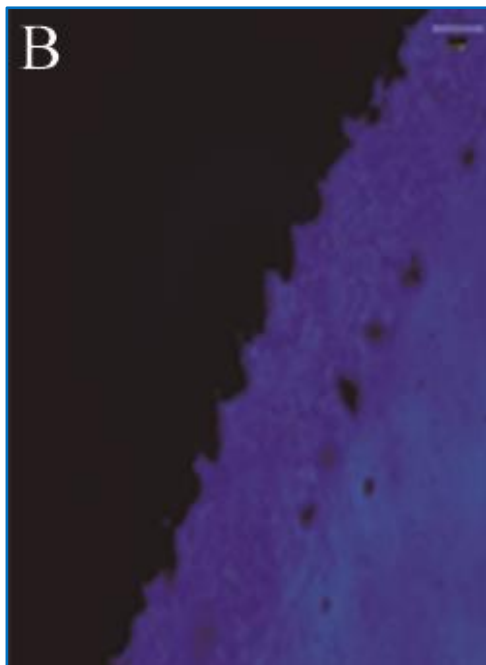
Las siguientes imágenes muestran los cortes histológicos, dos de cada paciente, una de ellas corresponde al pilar con tratamiento láser (superior) y la otra al pilar control sin tratamiento de superficie (inferior)

*Las muestras A, B, C, D, E y F pertenecen a pilares Laser-Lok<sup>®</sup>.*

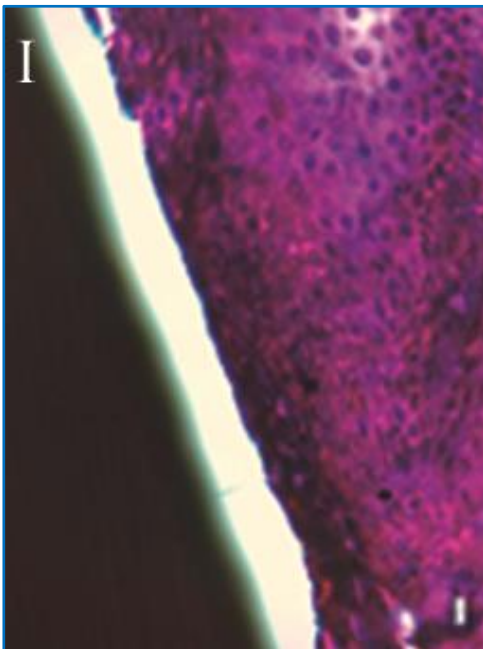
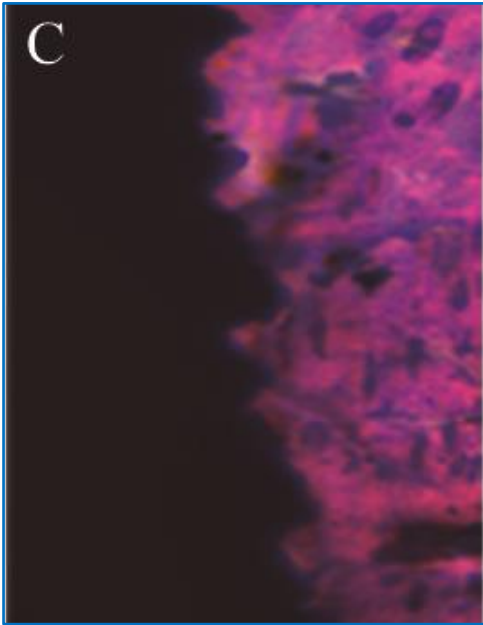
*Las muestras G, H, I, J, K y L pertenecen a pilares 3inOne<sup>®</sup>.*



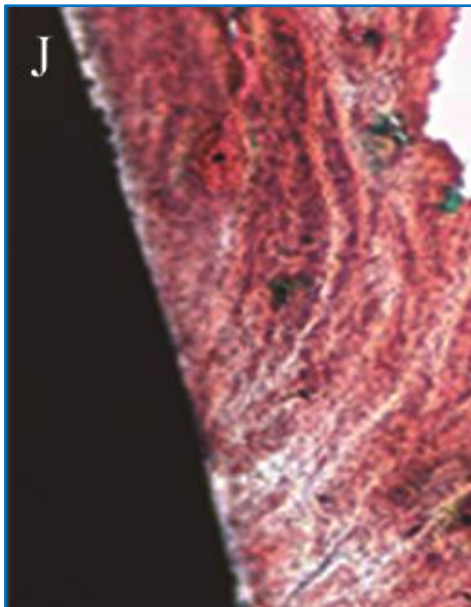
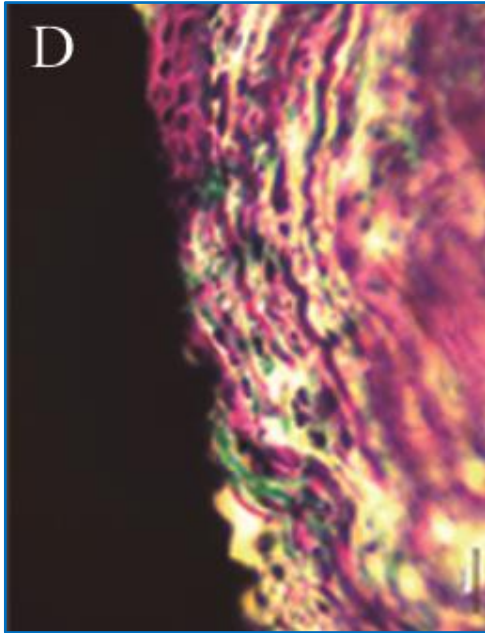
**Figura 6.1.** Paciente número 1.  
*Imagen A: pilar con tratamiento láser*  
*Imagen G: pilar de superficie lisa.*



**Figura 6.2.** Paciente número 2.  
*Imagen B: pilar con tratamiento láser.*  
*Imagen H: pilar de superficie lisa.*

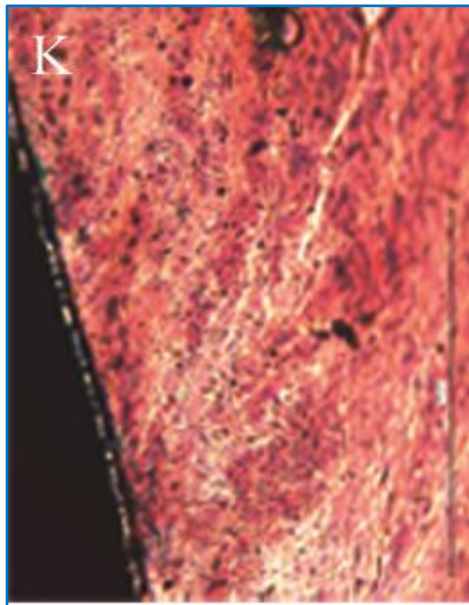
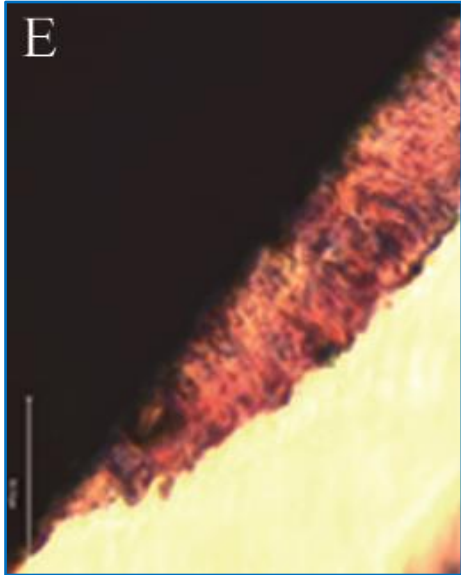


**Figura 6.3.** Paciente número 3.  
*Imagen C: pilar con tratamiento láser.*  
*Imagen I: pilar de superficie lisa.*

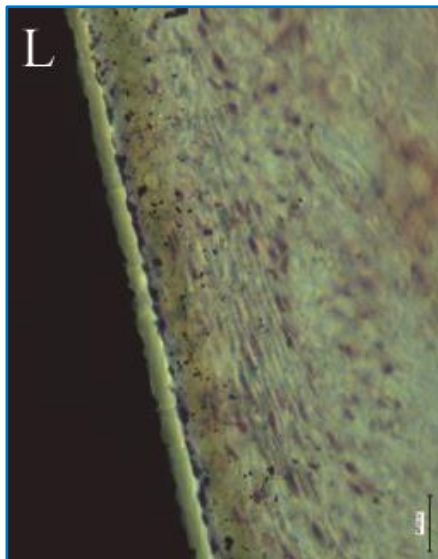
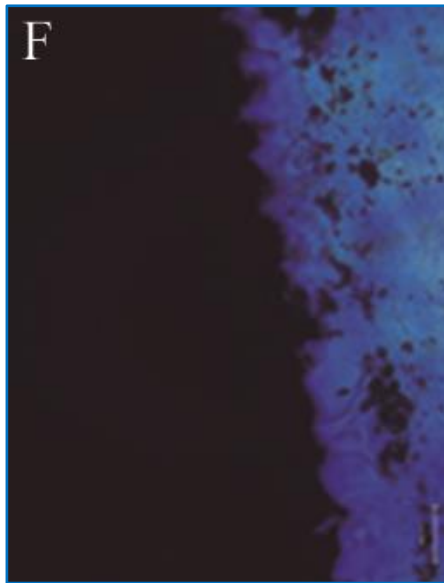


**Figura 6.4.** Paciente número 4.  
*Imagen D: pilar con tratamiento láser.*  
*Imagen J: pilar de superficie lisa.*





**Figura 6.5.** Paciente número 5.  
*Imagen E: pilar con tratamiento láser.*  
*Imagen K: pilar de superficie lisa.*



**Figura 6.6.** Paciente número 6.  
*Imagen F: pilar con tratamiento láser.*  
*Imagen L: pilar de superficie lisa.*

Los datos de los resultados obtenidos se analizaron mediante el test estadístico de Clopper-Pearson. Se creó una tabla de contingencia para comparar la proporción de muestras de cada grupo con adhesión a la superficie del pilar, teniendo en cuenta que las diferencias son estadísticamente significativas para un IC del 95% (*Tabla 6.2*).

Hipótesis Nula	Test	Sig.	Decisión
Las categorías definidas del grupo Laser-Lok® se producen con probabilidad específica	Una muestra de prueba binomial	.0311*	Se rechaza la hipótesis nula
Las categorías definidas del grupo de pilares sin tratamiento láser se producen con probabilidad específica	Una muestra de prueba binomial	.0311*	Se rechaza la hipótesis nula

\*Nivel significativo del 0.05.

**Tabla 6.2.** Resultados del test de Clopper-Pearson.

### 6.3. Análisis cuantitativo de los resultados. Cuantificación de TAC (tissue-abutment-contact).

La cuantificación del número de píxeles de la superficie del pilar en contacto con tejido gingival vivo en las fotografías realizadas a través de microscopía óptica, permitió calcular el porcentaje TAC.

Los resultados del análisis cuantitativo se muestran en la *Tabla 6.3*.

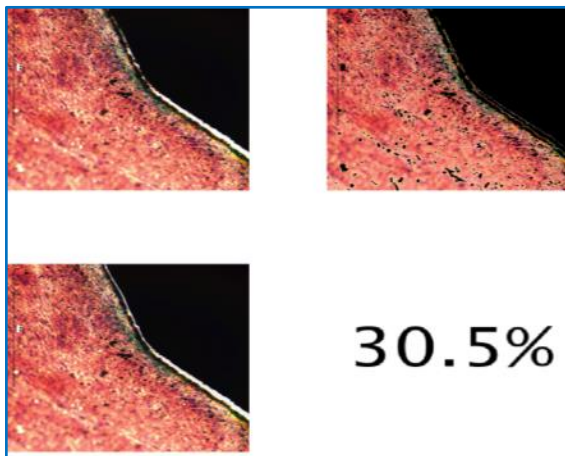
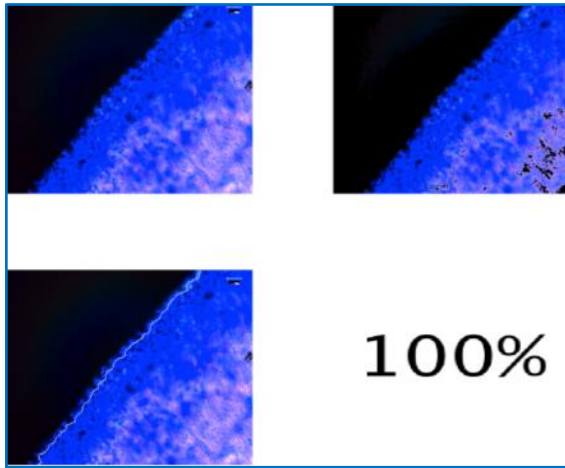
Paciente	Laser-Lok®	3inOne®
1	100	30,5
2	100	32,4
3	100	0
4	95,2	40,4
5	97,8	11,3
6	99,6	29,9

**Tabla 6.3.** Contacto del tejido al pilar (TAC) en % en la superficie de ambos pilares.

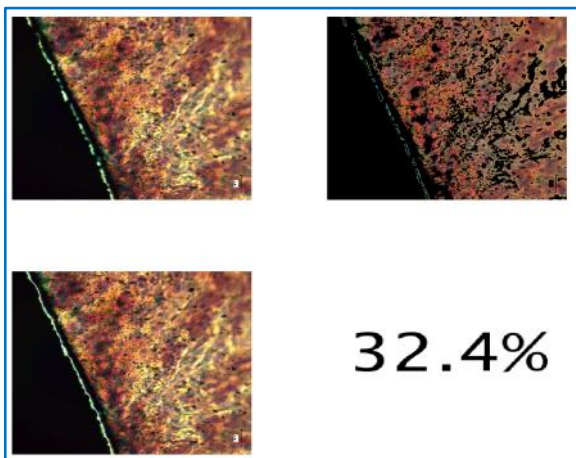
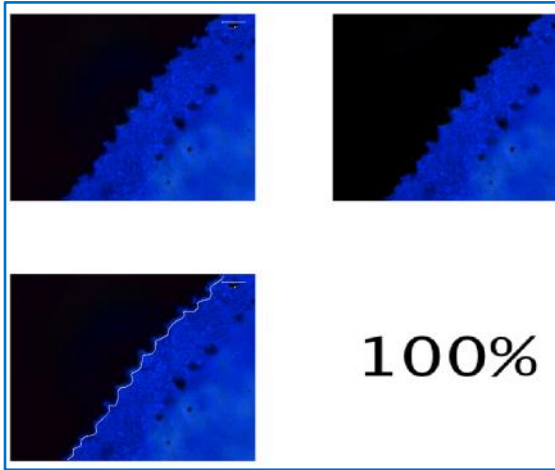
La media del porcentaje de TAC en el pilar Laser-Lok® fue del 98,8% y en el pilar control 3inOne® fue del 24,1%. Los porcentajes del contacto en el pilar Laser-Lok® oscilaron entre el 100% y el 95,2%. En contraposición a los porcentajes del pilar liso que oscilaron entre el 0% y el 40,4%.

El test de Wilcoxon mostró diferencias significativas entre ambos grupos con una  $p=0,03$ .

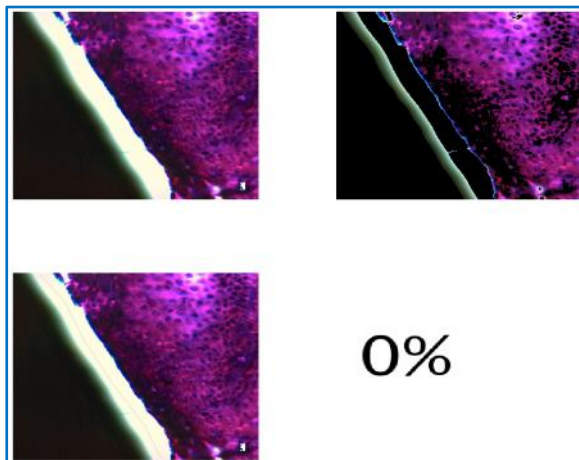
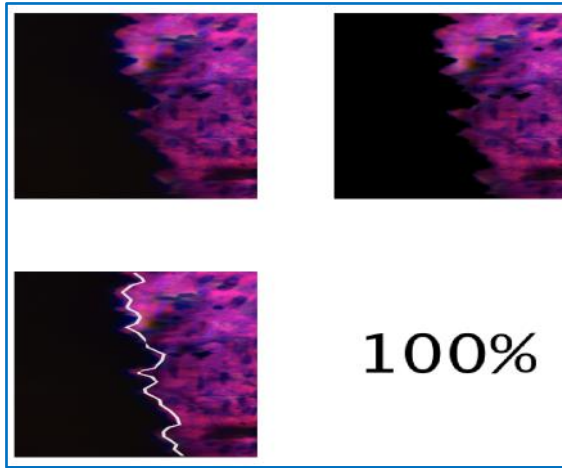
Las *figuras 6.7, 6.8, 6.9, 6.10, 6.11 y 6.12* consisten en tres imágenes de cada muestra, una de ellas pertenece a la imagen fotográfica de microscopía normal, otra es la que contiene una línea blanca trazada por el experto que delimita la interfase entre el tejido blando y la superficie de titanio y, por último, la tercera fotografía es la imagen digital de la microscopía binarizada.



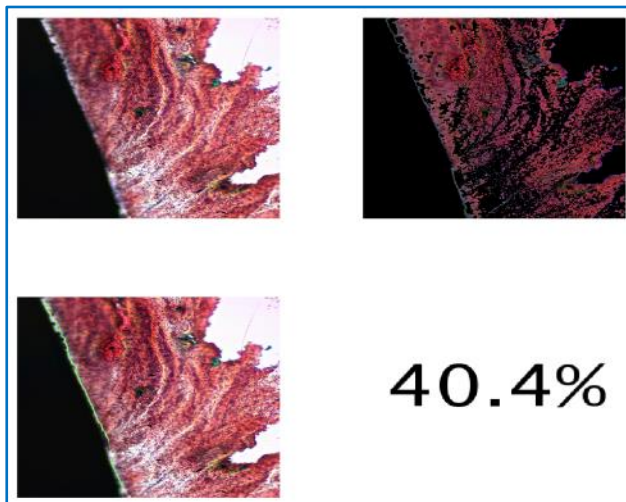
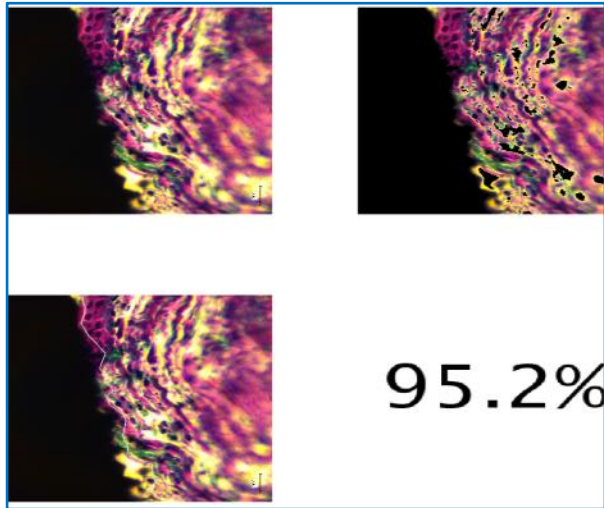
**Figura 6.7.** Paciente 1.



**Figura 6.8.** Paciente 2.

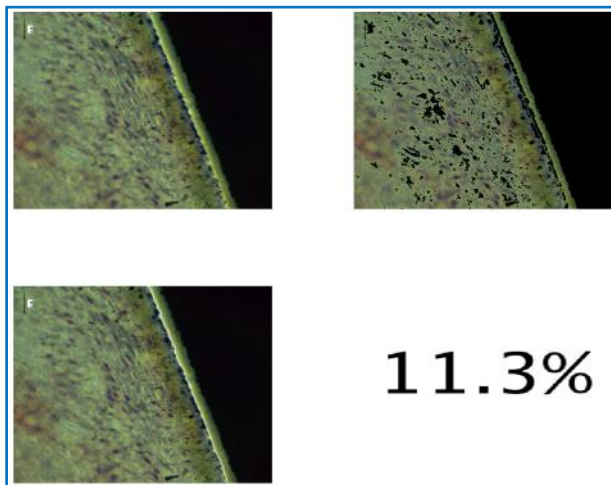
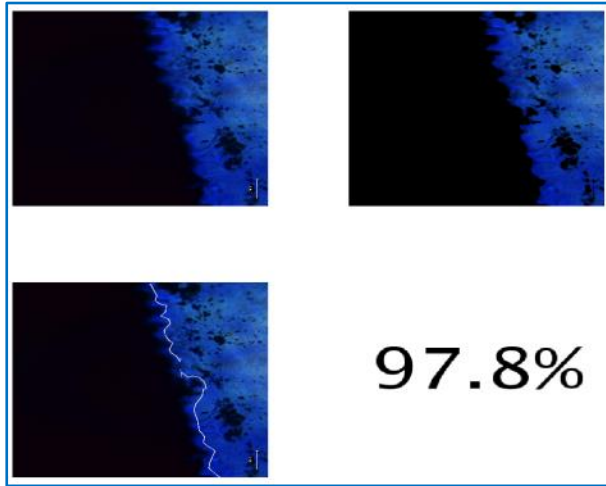


**Figura 6.9.** *Paciente 3.*

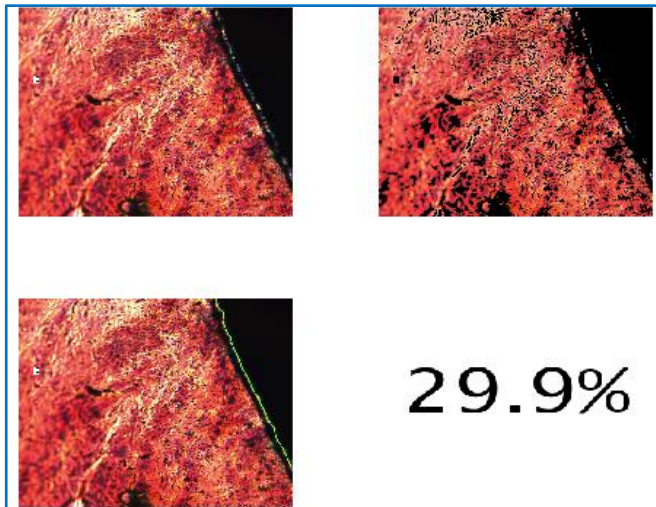
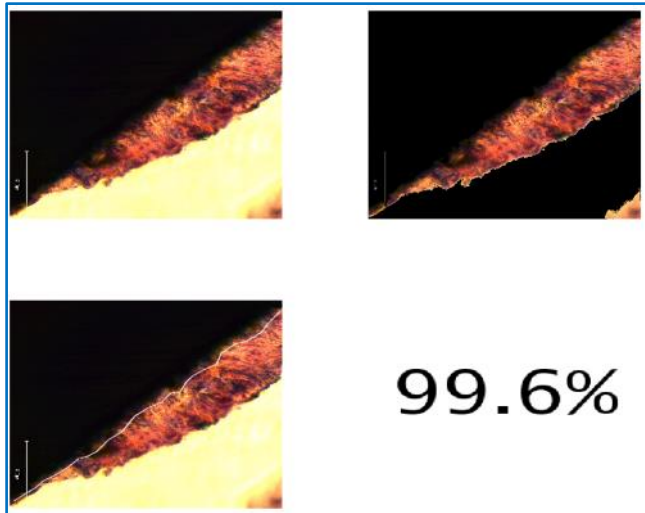


**Figura 6.10.** *Paciente 4.*





**Figura 6.11.** Paciente 5.



**Figura 6.12.** Paciente 6.

## **7. DISCUSIÓN**



El presente estudio se diseñó para observar la presencia o ausencia de adhesión del tejido conectivo a los pilares protésicos definitivos tratados con la tecnología láser.

Antes de iniciar el estudio, se presentó un protocolo al Comité Ético de Investigaciones Clínicas (CEIC) de la Clínica Odontológica de la Universidad de Barcelona. En el protocolo se explicó detalladamente la técnica quirúrgica utilizada ya que se trataba de un estudio clínico experimental en humanos.

Uno de los puntos que se explicó con detalle al CEIC fue si el hecho de realizar una técnica quirúrgica de inserción de implantes fijando el pilar el mismo día de la cirugía y por tanto quedando expuesto al medio oral, podía perjudicar a los sujetos involucrados.

Conocemos que la técnica quirúrgica de inserción de implantes puede realizarse sumergiendo completamente el implante bajo la mucosa oral, es lo que se denomina procedimiento en dos etapas. A la segunda etapa se le denomina segunda cirugía o cirugía de búsqueda del implante y conlleva la colocación de un pilar de cicatrización. La otra posibilidad implica la conexión de un pilar el mismo día de la cirugía (Esposito et al. 2009). Este pilar queda expuesto al medio oral y de este modo se suele evitar la segunda fase quirúrgica, por eso se denomina procedimiento en una sola etapa. En ninguna de estas dos técnicas aplicadas coexistió lo que se denomina carga inmediata, si bien para algunos autores la que deja el pilar de cicatrización sí que tiene una cierta carga no funcional.

Según la revisión sistemática de Esposito et al. (2009) en la que

evaluaron las diferencias entre la utilización de la técnica de una sola fase quirúrgica y la de dos fases, aparentemente no existe ninguna diferencia clínica relevante entre los dos procedimientos, por tanto se considera que los sujetos del estudio no fueron perjudicados por insertar un pilar junto al implante el mismo día de la cirugía. En numerosas ocasiones la decisión de elegir una técnica u otra depende más de las preferencias del profesional que de fundamentos científicos.

Además, independientemente de que una técnica se planifique en dos etapas y la otra en una, en numerosas ocasiones se ha de realizar una segunda cirugía también en los casos planificados como cirugía única, bien porque la encía haya crecido en exceso envolviendo el pilar o bien porque se desee mejorar el nivel de encía queratinizada o las características anatómicas de la misma (Taiyeb-Ali et al. 2009). Debemos tener en cuenta que es una cirugía sencilla que en contadas ocasiones provoca molestias al paciente y es muy similar a la realizada en el estudio a los pacientes involucrados. Realmente, aunque con los pilares utilizados en el estudio se podría haber evitado la segunda fase quirúrgica se empleó la técnica en una sola fase y finalmente se realizaron dos cirugías. Este aspecto podía implicar un conflicto ético para el paciente, pero se entiende que sufre las mismas molestias que colocar los implantes en 2 fases y el paciente pudo optar por no participar en el estudio.

Otro conflicto es la pérdida de 1 mm de encía insertada alrededor del pilar cuando se realizó la extracción de la muestra. Todos los implantes y

pilares involucrados en el estudio tuvieron un diámetro de plataforma de 4,5 mm como máximo. De este modo al realizar la extracción de 1 mm de encía alrededor no se creó una herida amplia, siendo menor que la que se hubiera creado realizando una segunda cirugía en un implante-pilar de plataforma ancha al utilizar la técnica de dos fases quirúrgicas.

El hecho de incluir solo a pacientes con encía favorable alrededor del implante permitió que al retirar 1 mm de encía en sentido circunferencial no se creara un problema ni en la cicatrización de la herida ni en la posterior estabilidad periimplantaria.

Cochran et al. (1997) establecieron la necesidad de un mínimo de 3 mm de mucosa periimplantaria para una correcta formación de tejido conectivo y epitelial estable alrededor de implantes. Esta extensión de tejido blando alrededor de implantes se llama anchura biológica y actúa como mecanismo protector del hueso subyacente.

Algunos autores han sugerido que si no se dispone de una dimensión mínima de tejido gingival puede producirse una pérdida de hueso y evitar permitir el desarrollo de la anchura biológica correcta (Lindhe et al. 1992)

Por la misma razón se descartaron a los pacientes que requerían dos implantes adyacentes. Se consideró que este hecho favorecía el riesgo de no disponer de suficiente margen para la obtención de las muestras y siendo contiguos al extraerse el tejido gingival se podía haber creado una herida de mayor tamaño, comprometiendo la cicatrización y la estabilidad de los implantes a corto y largo plazo.

Además, la participación en el estudio clínico pudo aportar un beneficio a los sujetos involucrados en cuanto al sellado gingival de los pilares sobre implantes. En todos los casos se obtuvo un mejor sellado ya que finalmente todos los implantes se rehabilitaron mediante un pilar con tratamiento láser en su superficie (Nevins et al. 2012b).

También se explicó a los pacientes que en el caso de encontrar resultados positivos, aportarían un beneficio futuro a corto plazo en el diseño ulterior de pilares protésicos y la viabilidad de los implantes a medio y largo plazo (Bambini et al. 2001).

En el estudio clínico, además de los pilares con tratamiento láser en su superficie y de los pilares control se utilizaron implantes de conexión interna, pero en este caso sin ningún tipo de tratamiento especial en su zona cervical. Se decidió utilizar este implante en lugar de un implante con tratamiento en cuello ya que pensamos que la utilización de implantes tratados en zona cervical podría haber interferido en nuestros resultados, ya que la zona cervical del implante puede estar parcial o totalmente en contacto con el tejido blando.

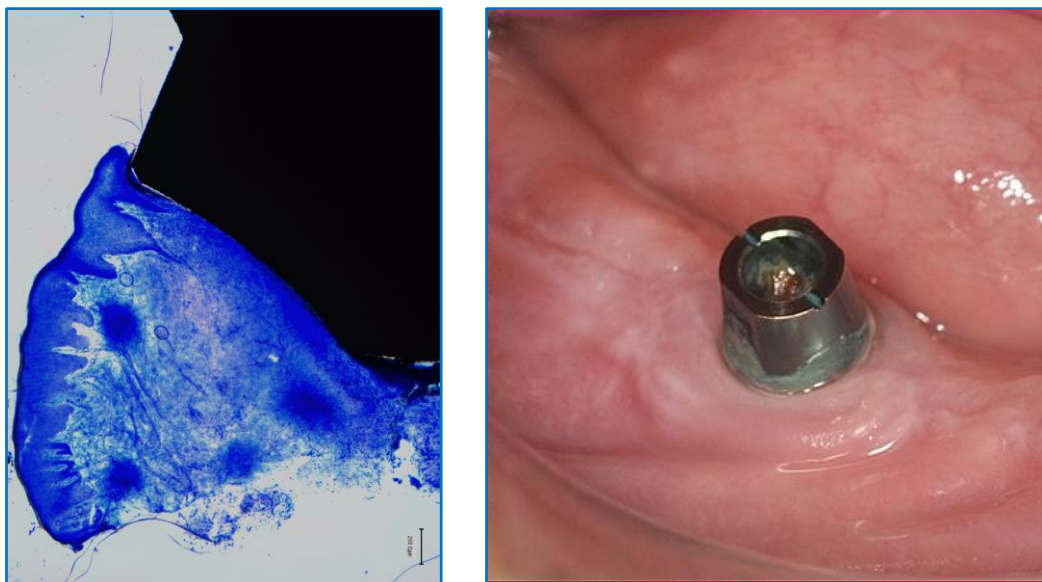
El reclutamiento de los voluntarios se llevó a cabo durante 4 meses y han recibido un seguimiento de al menos 12 meses una vez colocada la restauración protésica definitiva.

En todas las muestras obtenidas sobre pilares control se observó prácticamente ausencia de adhesión de tejido gingival circundante al pilar protésico en su zona próxima a la conexión, y en todas las muestras obtenidas



sobre pilares Laser-Lok® se observó adhesión del tejido gingival al pilar en su zona cervical. Este hallazgo sugiere a los investigadores que dicho tratamiento puede ser beneficioso como método de sellado del tejido gingival al pilar. Sería necesario estudios a largo plazo para determinar si este sellado influye en la prevención de la migración bacteriana hacia la interfase hueso-implante.

De hecho una vez las muestras fueron evaluadas y clasificadas en ambos grupos, se procedió a observar utilizando el microscopio óptico a bajo aumento el pilar con tratamiento láser. Se observó que en los pilares Laser-Lok® el tejido blando estaba íntimamente unido a la zona tratada con láser y que el tejido se separaba abruptamente cuando finalizaba la zona láser y empezaba la zona lisa, encontrándonos con un comportamiento totalmente diferente del tejido blando en un mismo pilar tal y como muestra la fotografía histológica de la *Figura 7.1*.



**Figura 7.1.** Imagen histológica a 10x (izquierda) y clínica (derecha) de pilar Laser-Lok®.

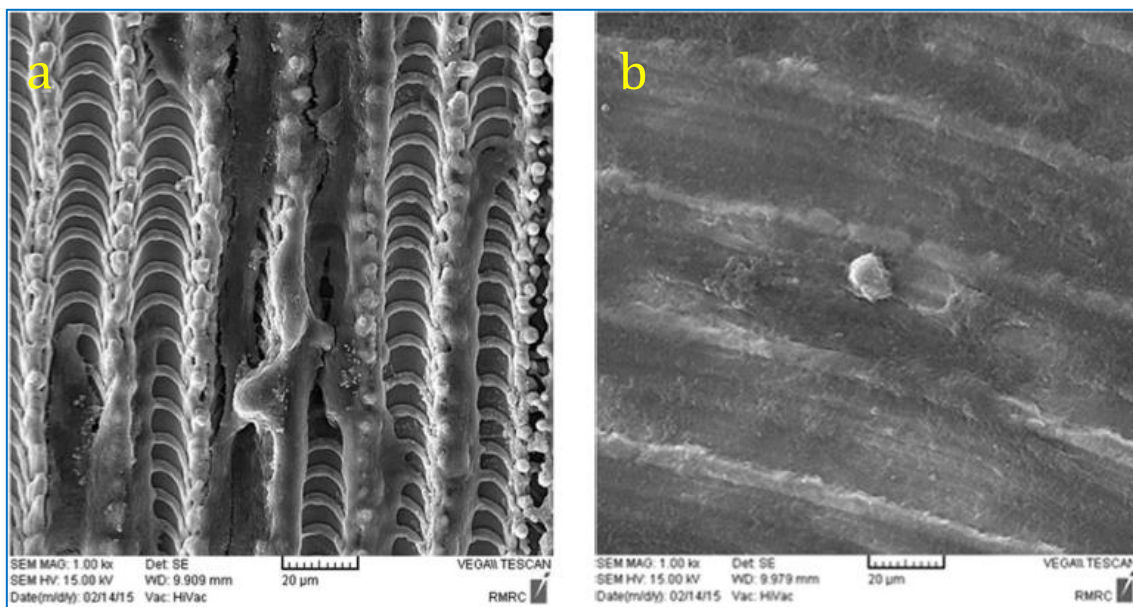
El hecho de encontrar diferencias estadísticamente significativas en los resultados con los 6 participantes, hizo que los investigadores dejaran de reclutar más sujetos y decidieran presentar estos resultados en humanos en una publicación.

Un estudio reciente in vitro en el que se comparaba la morfología y la proliferación celular sobre superficies tratadas con láser, de titanio y de zirconio demostró que la morfología celular observada mediante microscopía electrónica era sustancialmente diferente en las superficies tratadas con láser en comparación a superficies de zirconio y de titanio completamente lisas. Observaron que la mayor parte de las células del grupo Laser-Lok<sup>®</sup> eran fusiformes y con procesos parecidos a pseudópodos y las células redondas se encontraban en una proporción menor (Esfahanizadeh et. al 2016). Por otro lado, en el tejido gingival circundante a los pilares de zirconio observaron mayoritariamente células redondas. En el grupo de pilares de titanio mecanizado observaron células redondas y fusiformes en la misma proporción, aunque las células fusiformes eran menos alargadas que en el grupo Laser-Lok<sup>®</sup>.

Este mismo estudio in vitro de Esfahanizadeh et al. (2016) concluyó que en cuanto a la viabilidad celular, el tejido gingival correspondiente a los pilares Laser-Lok<sup>®</sup> tuvo una mayor proliferación celular y en cambio el tejido de los pilares de zirconio fue el que menos proliferación obtuvo. Además, la cantidad de fibronectina existente fue significativamente superior en tejido gingival

integrado a los pilares Laser-Lok<sup>®</sup> en comparación a los pilares de titanio lisos sin tratamiento de superficie (Esfahanizadeh et. al 2016) (*Figura 7.2*).

Todos estos hallazgos encontrados en este trabajo del 2016 revelan que la morfología celular es muy importante para determinar la afinidad de las células por una determinada superficie, de hecho las células con morfología fusiforme más longitudinal pueden tener una mayor integración a las superficies, debido a sus pseudópodos citoplasmáticos en comparación a las células de componente más circular (Esfahanizadeh et. al 2016). Esta circunstancia podría explicar el hecho de no haber encontrado adhesión del tejido blando alrededor de los pilares de titanio lisos de nuestro estudio, habiendo utilizado exactamente el mismo método de extracción y procesado en todas las muestras.



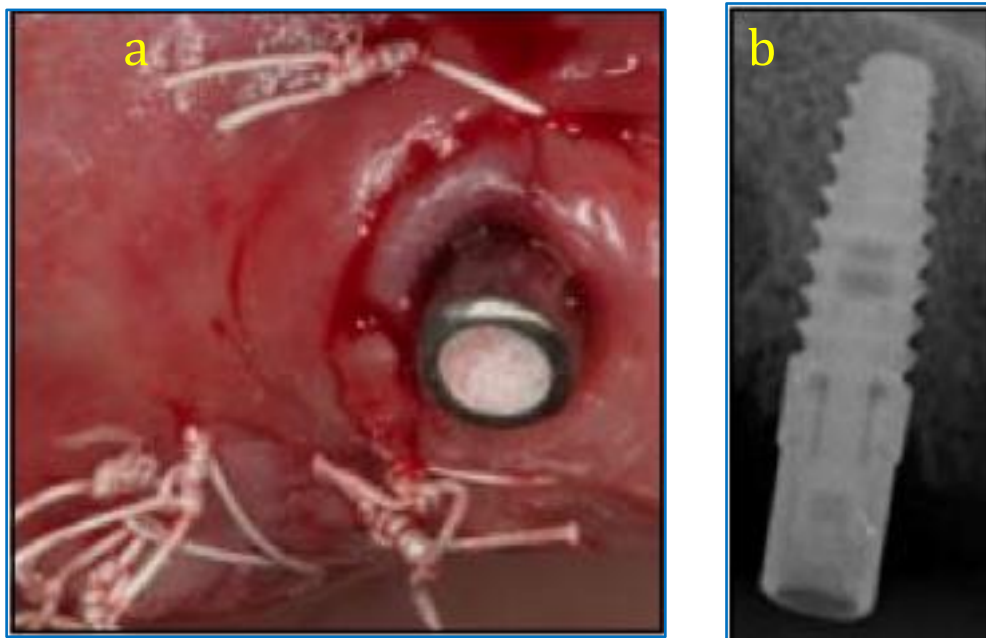
**Figura 7.2.** Imágenes de microscopía electrónica a x 1000 tomadas del estudio in vitro de Esfahanizadeh et al. (2016) donde se muestran las diferencias celulares entre el tejido conectivo integrado en las superficies de titanio con tratamiento Laser-Lok<sup>®</sup> (a) y el de las superficies de zirconio (b).

Comparando la respuesta de los tejidos blandos cuando el tratamiento Laser-Lok® se ha realizado sobre el pilar protésico con la respuesta cuando el tratamiento Laser-Lok® se ha realizado en la zona cervical del implante (Botos et al. 2011; Shapoff et al. 2010; Pecora et al. 200; Nevins et al. 2008; Weiner et al. 2008), parece razonable pensar que se obtienen mejores resultados cuando el tratamiento está en la zona cervical del pilar. Esto se debe a que la adhesión de los tejidos blandos no resta longitud de contacto a la interfase hueso-implante y aprovecha al máximo la longitud del implante para su total integración al hueso, teniendo en cuenta que cuanto mayor es la superficie de contacto del cuerpo del implante al hueso mejor será la oseointegración.

Se tuvo en cuenta la necesidad de una mucosa queratinizada amplia, requiriendo como mínimo 7 mm en sentido vestíbulo-lingual, ya que las muestras consistieron en retirar un aditamento con su collar de encía queratinizada alrededor, y fue necesario asegurar una correcta reintegración futura del tejido gingival para asegurar la estabilidad en el tiempo de dicha encía queratinizada (Chung et al. 2006; Boynuegri et al. 2013).

Se aseguró la reintegración del tejido gingival apoyándonos en el estudio de Nevins et al. (2012b), donde evaluaron el comportamiento del tejido gingival después de reemplazar un pilar de cicatrización con tratamiento Laser-Lok® por un nuevo pilar definitivo también con tratamiento LaserLok®. En el estudio observaron que a las 10 semanas del reemplazo no había inflamación alrededor de los pilares. Además una vez transcurridas 15 semanas tras el reemplazo del pilar encontraron un tejido gingival totalmente sano e

histológicamente observaron fibras densas de tejido conectivo unidas directamente a la superficie del nuevo pilar Laser-Lok® y las fibras colágenas estaban orientadas hacia la zona tratada con láser. Además encontraron que en las áreas lisas del pilar la orientación de las fibras era más paralela a la superficie del implante y no parecían insertarse a la superficie (Nevins et al. 2012b) (Figura 7.3).



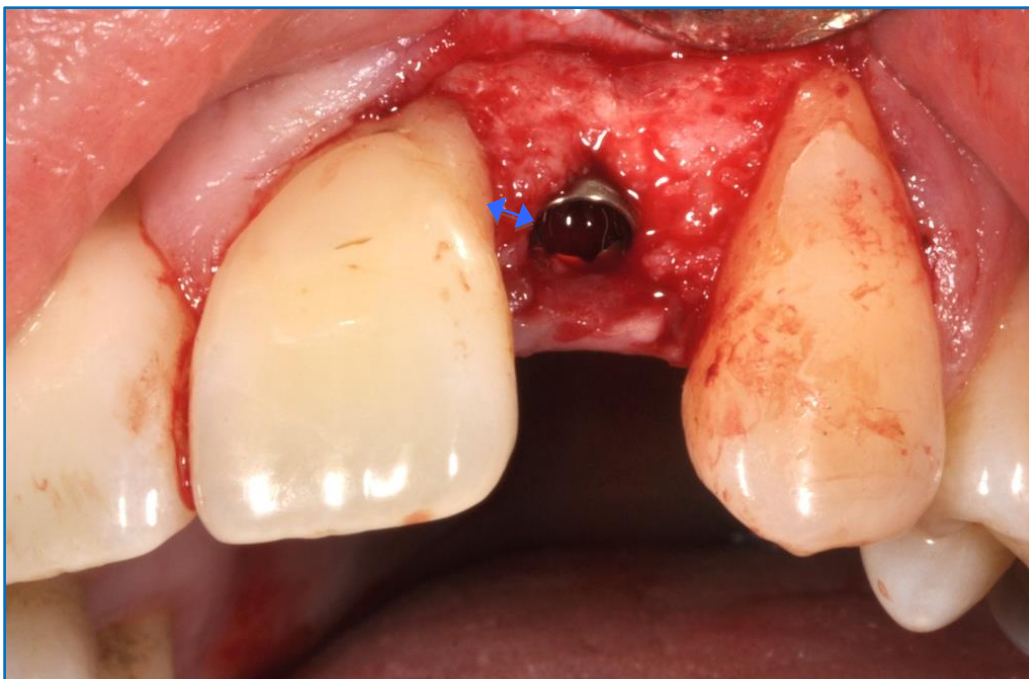
**Figura 7.3.** Imagen tomada del artículo de Nevins et al. (2012b). Inserción de un pilar Laser-Lok® (a) e imagen radiográfica de la inserción del pilar Laser-Lok® tras 15 semanas (b).

Otro estudio preclínico demostró que cuando se usaba un pilar de cicatrización liso se creaba una integración del tejido gingival, pero al retirarlo ésta se perdía y que podía volver a integrarse el tejido si se utilizaba un pilar

Laser-Lok® una vez retirado el pilar sin tratamiento de superficie (Neiva et al. 2016).

Apoyándonos en ambos estudios (Nevins et al. 2012b y Neiva et al. 2016) decidimos restaurar todos los implantes definitivamente mediante un pilar Laser-Lok®.

Por otro lado, se consideró necesario dejar como mínimo 1,5 mm desde la parte externa del implante a la superficie del diente contiguo para permitir una correcta cicatrización e integración de los tejidos blandos (Grunder et al. 2005; Esposito et al. 1993) (*Figura 7.4*).



**Figura 7.4.** Fotografía clínica que muestra la distancia mínima de 1,5 mm necesaria entre implante y diente.

Se han obtenido cortes de todos los pilares tanto para su tinción con Azul de Toluidina, al igual que en los estudios de Nevins (Nevins et al. 2008, 2010, 2012a y 2012b), como con Masson Goldner Trichrome Stain, al igual que en los estudios de Schwarz (Schwarz et al. 2013) con el fin de obtener la mayor cantidad de información posible.

La dificultad del método y la necesidad de obtener muestras del menor tamaño posible en humanos, hacen que se haya tenido que desechar algunos cortes y no se hayan podido obtener imágenes de todos los especímenes con ambas tinciones.

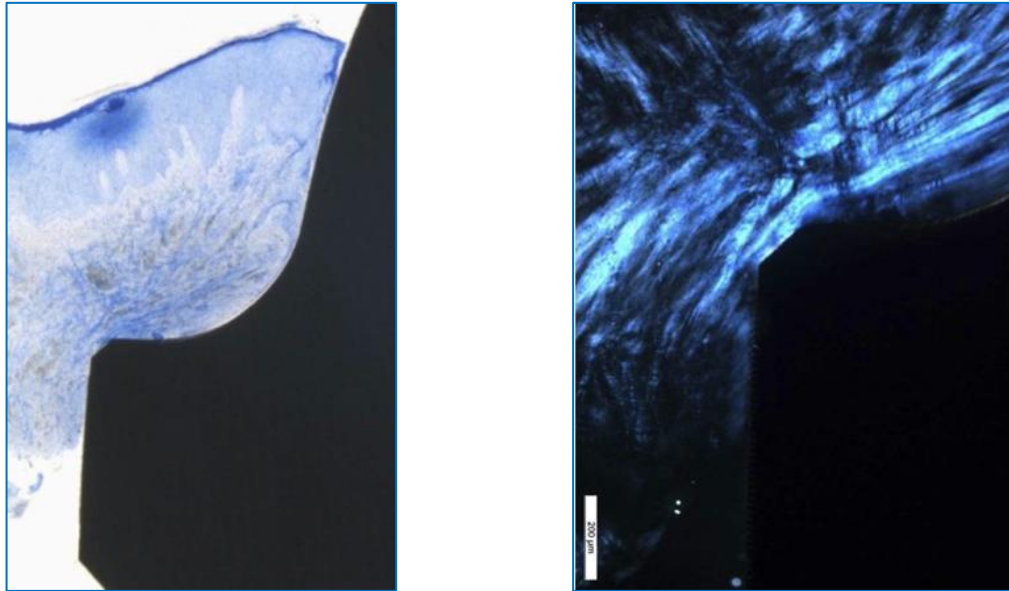
De hecho, uno de los objetivos en el planteamiento inicial del estudio era visualizar las fibras colágenas del tejido gingival y evaluar su disposición respecto al eje longitudinal del pilar a utilizar. Al observar mediante microscopio óptico las muestras, se diferenciaron varias fibras y en alguna de ellas además, células epiteliales y también en algún caso células correspondientes a infiltrado inflamatorio. La observación de las fibras colágenas fue posible por la utilización de la luz polarizada del microscopio óptico ya que sin ella no hubiera sido posible su visualización tal y como realizan Geurs et al. (2016) en su estudio. A pesar de ello, la determinación de la orientación de las fibras fue dificultosa en algunas muestras, debido probablemente a que la cantidad de encía obtenida para analizar no fue la suficiente requerida para su evaluación. Aunque se observó que las fibras colágenas correspondientes a los pilares Laser-Lok® eran de disposición más perpendicular respecto al eje longitudinal del pilar no se realizó ningún análisis comparativo entre ambos tipos de pilares

ya que las visualizaciones disponibles no permitieron realizar mediciones ni cualitativas ni cuantitativas útiles para este estudio.

En el estudio en modelo animal de Nevins et al. (2010) observaron claramente la disposición de las fibras gracias a que la porción de encía de estudio no tenía limitaciones en cuanto a su tamaño ya que la población de estudio fueron perros sacrificados. Contrariamente, al realizar el presente estudio en humanos, no se pudo retirar una porción de encía amplia, ya que se pudo haber creado un perjuicio a los sujetos. La muestra obtenida fue aproximadamente de 1 mm de grosor, siendo la suficiente como para poder extraerse junto al pilar y permitir el procesado y posterior observación microscópica de la misma.

En el estudio clínico de Geurs et al. (2011) también se tomaron muestras de 1 mm de tejido gingival circunferencial alrededor del pilar mediante bisturí circular. No fue un estudio comparativo, sino que consistió en la presentación de 2 casos clínicos junto al análisis histológico del tejido gingival integrado a pilares tratados con láser en solo 2 pacientes. Al observar mediante microscopio óptico y la luz polarizada, las fibras colágenas se encontraban orientadas hacia las estrías creadas con láser en la superficie del pilar (*Figura 7.5*).



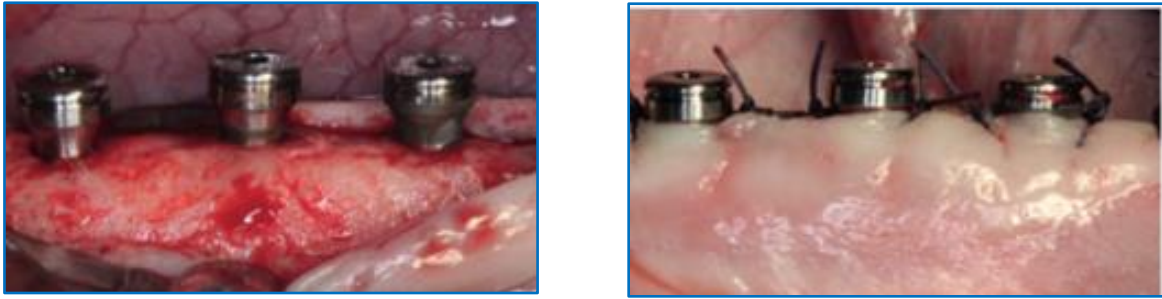


**Figura 7.5.** *Imágenes histológicas tomadas del artículo de Geurs et al. (2011) en la que se puede observar la orientación de las fibras colágenas orientadas hacia la zona tratada con láser en un pilar.*

En las áreas lisas mecanizadas la orientación de las fibras era más paralela a la superficie del implante y las fibras colágenas no parecían insertarse en la superficie del pilar. Además, observaron la existencia de un contacto de las células del epitelio de unión con la superficie lisa del pilar. El epitelio más apical estaba localizado en la parte más coronal de la superficie microestriada tratada con láser y a mayor aumento se observó que el área microestriada estaba rodeada de tejido conectivo. El análisis de microscopía electrónica confirmó la presencia de fibras colágenas integradas entre y alrededor de las estrías. A mayor aumento se podía observar el contacto íntimo entre las fibras y las microestrias en la superficie tratada con láser (Geurs et al. 2011).

Tras la observación y cuantificación de las diferencias que pueden aportar estos pilares con tratamiento Laser-Lok® al sellado del tejido gingival se plantea una futura línea de investigación. que ya otros autores han empezado a estudiar. Si estos pilares tratados con láser resultan mejorar el sellado, se piensa que sería importante que este sellado se mantuviera en el tiempo, no desinsertando en ningún momento el pilar desde la cirugía hasta el momento de la restauración final tal y como ya aconsejaron tras su estudio Degidi et al. (2011). Por tanto, el beneficio sería doble, en el caso de utilizar un pilar con tratamiento láser en su superficie, añadiendo las ventajas de la técnica denominada por el término en inglés “one abutment at one time”.

Siguiendo esta línea de investigación se ha realizado un estudio en modelo animal por Iglhaut et al. (2013). En el estudio se pretendió investigar la influencia sobre el tejido conectivo de pilares tratados con láser en diferentes extensiones y evaluar el impacto de la desconexión y reconexión repetida del pilar sobre la cicatrización tanto en los tejidos blandos como en el hueso. Para ello se utilizaron 6 perros y 3 tipos de pilares, uno de ellos Laser-Lok® con zona tratada con láser de 0,7mm de longitud, otro Laser-Lok® con zona tratada con láser de 2,9 mm y otros totalmente lisos (*Figura 7.6*).



**Figura 7.6.** Fotografía tomada del artículo de Iglhaut et al. (2013) donde evalúan en perros de experimentación las diferencias histológicas entre 3 tipos de pilares, dos de ellos con tratamiento láser en diferente proporción y el otro consiste en un pilar sin tratamiento de superficie.

Tras la preparación histológica de las muestras observaron que los pilares lisos estaban separados del hueso alveolar subyacente por un tejido no mineralizado. En contraste, los pilares con tratamiento láser tenían frecuentemente establecido un contacto óseo cercano en la superficie del pilar en su aspecto crestal.

El estudio cuantificó la cantidad de tejido conectivo subepitelial en contacto con la superficie del pilar y observaron que había una mayor integración del tejido conectivo a los pilares Laser-Lok® en comparación a pilares sin tratamiento de superficie. Además, destacan que alrededor de los pilares con tratamiento láser encontraron mejores niveles de hueso crestal.

Los autores concluyeron que, al conectar y desconectar los pilares, el sellado mucoso se interrumpió en todos los pilares, tanto en los que tenían tratamiento láser como en los lisos, apoyando de este modo la teoría anteriormente descrita.

Otra futura línea de investigación podría ser el análisis y evaluación de los sujetos involucrados en el presente estudio clínico. Pensamos que puede ser de interés estudiar los implantes que se han incluido en este estudio clínico mediante radiografías y pruebas de sondaje a medio y largo plazo para constatar si la aportación de los pilares tratados con láser se mantiene a lo largo del tiempo.

Mediante este estudio se ha observado las diferencias del tratamiento láser en los pilares sobre implantes desde un punto de vista histológico y teniendo en cuenta la información conocida hasta el momento, se piensa que pueden traducirse en beneficios clínicos. Por ese motivo, resulta de interés evaluar la evolución en el tiempo de los tejidos pertenecientes a esos pacientes.

## **8. CONCLUSIONES**



**1. Conclusión principal:**

- El tejido gingival circundante a los pilares protésicos tratados con láser se encuentra adherido al pilar, a diferencia del tejido gingival circundante a los pilares protésicos sin tratamiento láser, que no se encuentra adherido.

**2. Conclusiones secundarias:**

- La media del porcentaje del TAC en el pilar tratado con láser fue del 98,8%.
- La media del porcentaje del TAC en el pilar control fue del 24,1%.
- Existen diferencias estadísticamente significativas entre el porcentaje del TAC en el grupo de pilares tratados con láser y el grupo control.

## **9. BIBLIOGRAFÍA**



- Abrahamsson, I., Zitzmann, N., U., Berglundh, T., Linder, E., Wennerberg, A., Lindhe, J. (2002). The mucosal attachment to titanium implants with different surface characteristics: an experimental study in dogs. *Journal of Clinical Periodontology* **29**: 448-455.
- Adell, R., Eriksson, B., Lekholm, U., Brånemark, P. I., Jemt, T. (1990) Long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* **5**: 347-359.
- Almeida, E. O., Freitas, C. A., Bonfante E., A., Marotta, L., Silva, N. R., Coelho P. G. (2013) Mechanical Testing of Implant-Supported Anterior Crowns with Different Implant/Abutment Connections. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* **28**: 103-108.
- Allsadi, G., Quiryen, M., Komerek, A., Van Steenberghe, D. (2007) Impact of local and systemic factors on the incidence of oral implant failure, up to abutment connection. *Journal of Clinical Periodontology* **34**: 610.
- Allsadi, G., Quiryen, M., Komerek, A., Van Steenberghe, D. (2008a) Impact of local and systemic factors on the incidence of late oral implant loss. *Clinical Oral Implants Research* **19**: 670-676.
- Allsadi, G., Quiryen, M., Michiles, K. (2008b) Impact of local and systemic factors on the incidence of implant failures, up to abutment connection with modified surface oral implants. *Journal of Clinical Periodontology* **35**: 51.
- Andersson, B., Odman, P., Lindvall, A. M., Branemark, P. I. (1998) Cemented single crowns on osseointegrated implants after 5 years: results from a prospective study on CeraOne. *International Journal Prosthodontology* **11**: 212–218.
- Annibali, S., Bignozzi, I., Cristalli, M. P. (2012) Peri-implant marginal level: A systematic review and meta-analysis of studies comparing platform switching versus conventionally restored implants. *Journal Clinical Periodontology* **39**: 1097-1113.
- Atsuta, I., Ayukawa, Y., Kondo, R., Oshiro, W., Matsuura, Y., Furuhashi, A. (2016) Soft tissue sealing around dental implants based on histological interpretation. *Journal of Prosthodontic Research* **60**: 3-11.

Bambini, F., Muzio, L., Procaccini, M. (2001) Retrospective analysis of the influence of abutment structure design on the success of implant unit. A 3-year controlled follow-up study. *Clinical Oral Implants Research* **12**: 319-324.

Berglundh, T., Lindhe, J., Ericsson, L., Marinello, C. P., Liljenberg, B., Thomsen, P. (1991) The soft tissue barrier at implants and teeth. *Clinical Oral Implants Research* **2**: 81-90.

Berglundh, T., Lindhe, J., Jonsson, K., Ericsson, I. (1994) The topography of the vascular system in the periodontal and peri-implant tissues in the dog. *Journal of Clinical Periodontology* **21**:189-193.

Berglundh, T., Lindhe, J. (1996) Dimension of the periimplant mucosa. Biological width revisited. *Journal of Clinical Periodontology* **23**: 971-973.

Blázquez-Hinarejos, M., Ayuso-Montero, R., Jané-Salas, E., López-López, J. (2017) Influence of surface modified dental implant abutments on connective tissue attachment: A systematic review. *Archives of Oral Biology* **80**: 185-192. (Epub ahead of print).

Botos, S., Yousef, H., Zweig, B., Flinton, R., Weiner, S. (2011) The effects of laser microtexturing of the dental implant collar on crestal bone levels and peri-implant health. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* **26**: 492-498.

Boynueğri, D., Nemli, S. K., Kasko, Y. A. (2013) Significance of keratinized mucosa around dental implants: a prospective comparative study. *Clinical Oral Implant Research* **24**: 928-933.

Branemark, P. I. (1986) Introduction to osseointegration: Tissue integrated prostheses. Osseointegration in clinical dentistry. *Quintessence*, Chicago, p. 11-76.

Branemark, P. I., Svensson, B., Steenberghe, D. (1995) Ten-year survival rates of fixed prostheses on four or six implants ad modum Bränemark in full edentulism. *Clinical Oral Implant Research* **6**: 227–231.

Broggini, N., McManus, L. M., Hermann, J.S., Medina, R., Schenk, R. K., Buser, D., Cochran D. L. (2006) Peri-implant inflammation defined by the implant-abutment interface. *Journal of Dental Research* **85**: 473-478.

Caiazzo, A., Casavecchia, P., Barone, A., Brugnami, F. (2011) A pilot study to determine the effectiveness of different amoxicillin regimens in implant surgery. *Journal of Oral Implantology* **37**: 691-696.

Chien, H. H., Schroering, R. L., Prasad, H. S., Tatakis, D. N. (2014) Effects of a New Implant Abutment Design on Peri-Implant Soft Tissues. *Journal of Oral Implantology* **40**: 581-588.

Chrcanovic, B. R., Albrektsson, T., Wennerberg, A. (2014) Diabetes and oral implant failure: a systematic review. *Journal of Dental Research* **93**: 859-867.

Chun, H. J., Shin, H. S., Han, C. H., Lee, S. H. (2006) Influence of implant abutment type on stress distribution in bone under various loading conditions using finite element analysis. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* **21**: 195-202.

Chung, D. M., Oh T. J., Shotwell, J. L., Misch, C. E, Wang, H. L. (2006) Significance of keratinized mucosa in maintenance of dental implants with different surfaces. *Journal Periodontology* **77**: 1410-1420.

Cochran, D. L., Hermann, J. S., Schenk, R. K., Higginbottom, F. L., Buser, D. (1997) Biologic width around titanium implants. A histometric analysis of the implanto-gingival junction around unloaded and loaded nonsubmerged implants in the canine mandible. *Journal of Periodontology* **68**: 186-198.

Degidi, M., Artese, L., Scarano, A., Perrotti, V., Gehrke, P., Piatelli, A. (2006) Inflammatory infiltrate, micro vessel density, nitric oxide synthase expression, vascular endothelial growth factor expression and proliferative activity in the peri-implant soft tissue around titanium and zirconium. *Journal of Periodontology* **77**: 73-80.

Degidi, M., Nardi, D., Piatelli, A. (2011) One abutment at one time: non removal of an immediate abutment and its effect on bone healing around subcrestal tapered implants. *Clinical Oral Implant Research* **22**: 1303-1307.

Donath, K. (1985) The diagnostic value of the new method for the study of undecalcified bones and teeth with attached soft tissue (Säge-Schliff, sawing and grinding technique). *Pathology, research and practice* **179**: 631-633.

Donath, K., Breuner, G. (1982) A method for the study of undecalcified bones and teeth with attached soft tissues. the sage-schliff (sawing and grinding) technique. *Journal of Oral Pathology* **11**: 318-326.

Dorkhan, M., Yücel-Lindberg, T., Hall, J., Svensäter, G., Davies, J.R. (2014) Adherence of human oral keratynocytes and gingival fibroblasts to nano-structured titanium surfaces. *BMC Oral Health* **14**: 75.

Ericsson, I., Lindhe, J. (1993) Probing depth at implants and teeth. An experimental study in the dog. *Journal of Clinical Periodontology* **20**: 623-627.

Esfahanizadeh, N., Motalebi, S., Daneshparvar, N., Akhouni, N., Bonakdar, S. (2016). Morphology, proliferation, and gene expression of gingival fibroblasts on Laser-Lok, titanium, and zirconia surfaces. *Lasers in Medical Science* **31**: 863-873.

Esposito, M., Ekstube, A., Grondahl, K. (1993) Radiological evaluation of marginal bone loss at tooth surfaces facing single Brånemark implants. *Clinical Oral Implants Research* **4**: 151-157.

Esposito, M., Grusovin, M. G., Chew, Y. S., Coulthard, P., Worthington, H. V. (2009) One-stage versus two-stage implant placement: a Cochrane systematic review of randomised controlled clinical trials. *European Journal of Oral Implantology* **2**: 91-99.

Esposito, M., Hirsch, J. M., Lekholm, U., Thomsen, P. (1998a) Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants (I). Success criteria and epidemiology. *European Journal of Oral Sciences* **106**: 527-551.

Esposito, M., Hirsch, J. M., Lekholm, U., Thomsen, P. (1998b) Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (II). Etiopathogenesis. *European Journal of Oral Science* **106**: 721-764.

García-Calderón, M., Cabezas, J., Gallego D., Torres D. (2014) Diagnóstico y tratamiento de las periimplantitis. Actualización en el diagnóstico clínico y en el tratamiento de las periimplantitis. *Avances en Periodoncia e Implantología Oral* **16**: 9-18.

Gardner, D. M. (2005) Platform switching as a means to achieving implant esthetics. *The New York State Dental Journal* **71**: 34-37.

Geurs, N. C., Geisinger, M. L., Vassilopoulos, P. J., O'Neal, S. J., Haigh, S. J., Reddy, M. S. (2016) Optimizing Connective Tissue Integration on Laser-Ablated Implant Abutments. *Clinical Advances in Periodontics* **6**: 153-159.

Geurs, N. C., Vassilopoulos, P. J., Reddy, M. S. (2011) Histologic Evidence of Connective Tissue Integration on Laser Microgrooved Abutments in Humans. *Clinical Advances in Periodontics* **1**: 29-33.

Goldberg, P. V., Higginbottom, F. L., Wilson, T. G. (2001) Periodontal considerations in restorative and implant therapy. *Periodontology 2000* **25**: 100-109.

Grunder, U., Gracis, S., Capelli, M. (2005) Influence of the 3-D bone-to-implant relationship on esthetics. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* **25**: 113-119.

Hanna, E., Moon, K., In-Ho, C., Dong-Hoo, H. (2008) Marginal tissue response to different implant neck design. *The Journal of Korean Academy of Prosthodontics* **6**: 602-609.

Hermann, J. S., Buser, D., Schenk, R. K., Schoolfield, J. D., Cochran, D. L. (2001a) Biologic width around one and two piece titanium implants. A histometric evaluation of unloaded nonsubmerged and submerged implants in the canine mandible. *Clinical Oral Implant Research* **12**: 559-71.

Hermann, J. S., Schofield, J. D, Shenk, R. K., Buser, D., Cochran, D. L. (2001b) Influence of the size of the microgap on crestal bone changes around titanium implants. A Histometric evaluation of unloaded non-submerged implants in the canine mandible. *Journal of Periodontology* **72**: 1372-1383

Howick, J., Chalmers, I., Glasziou, P., Greenhalgh, T., Heneghan, C., Liberati, A., Thornton, H. (2011) Explanation of the 2011 Oxford Centre for Evidence-Based Medicine (OCEBM) Levels of Evidence (Background Document). *Oxford Centre for Evidence- Based Medicine*.

Huang, H. L., Chang, C. H., Hsu, J. T., Fallgatter, A. M., Ko, C. C. (2007) Comparison of implant body designs and threaded designs of dental implants: A 3-dimensional finite element analysis. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* **22**: 551-562.

Iglhaut, G., Becker, K., Golubovic, V., Schliephake, H., Mihatovic, I. (2013) The impact of dis-/reconnection of laser microgrooved and machined implant abutments on soft- and hard-tissue healing. *Clinical Oral Implants Research*, **24**: 391–397.

Isidor, F. (1996) Loss of osseointegration caused by occlusal load of oral implants. A clinical and radiographic study in monkeys. *Clinical Oral Implants Research* **7**:143-152.

Jemt, T., Lekholm, U., Adell, R. (1989) Osseointegrated implants in the treatment of partially edentulous patients: a preliminary study on 876 consecutively placed fixtures. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* **4**: 211-217.

Judgar, R., Giro, G., Zenobio, E., Coelho, P. G., Feres, M., Rodrigues, J. A., Shibli, J. A. (2014) Biological width around one- and two-piece implants retrieved from human jaws. *BioMed Research International* **2014**: 850120.

Jung, R. (2007) In vitro color changes of the covering mucosa by restorative materials made of titanium and ceramic. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* **27**: 251-257.

Jung, R. (2008) The effect of all-ceramic and porcelain-fused-to-metal restorations on marginal peri-implant soft tissue color: a randomized controlled clinical trial. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* **28**: 357-365.

Jungner, M., Lundqvist, P., Lundgren, S. (2014) A retrospective comparison of oxidized and turned implants with respect to implant survival, marginal bone level and peri-implant soft tissue conditions after at least 5 years in function. *Clinical Implant Dentistry and Related Research* **16**: 230-237.

Kim, B. S., Kim, Y. K., Yun, P. Y., Yi, Y. J., Lee, H. J., Kim, S. G., Son, J. S. (2009) Evaluation of peri-implant tissue response according to the presence of keratinized mucosa. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology* **107**: 24-28.

Kim, Y. S., Shin, S. Y., Moon, S. K., Yang, S. M. (2015) Surface properties correlated with the human gingival fibroblasts attachment on various materials for implant abutments: A multiple regression analysis. *Acta Odontologica Scandinavica* **73**: 38-47.

Klokkevold, P. R., Han, T. J. (2007) How do smoking, diabetes, and periodontitis affect outcomes of implant treatment?. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants* **22**: 173-202.

Lang, N. P., Berglundh, T. (2011) Working Group 4 of Seventh European Workshop on Periodontology. Periimplant diseases: where are we now?

Consensus of the Seventh European Workshop on Periodontology. *Journal of Clinical Periodontology* **38**: 178-181.

Lazzara, R. J., Porter, S. S. (2006) Platform switching: A new concept in implant dentistry for controlling postrestorative crestal bone levels. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* **26**: 9-17.

Lee, J. H., Kim, Y. H., Choi, E. H., Kim, K. M., Kim, K. N. (2015) Air atmospheric- pressure plasma-jet treatment enhances the attachment of human gingival fibroblasts for early peri-implant soft tissue seals on titanium dental implant abutments. *Acta Odontologica Scandinavica* **73**: 67-75.

Lindhe, J., Berglundh, T., Ericsson, I., Liljenberg, B., Marinello, C. (1992) Experimental breakdown of peri- implant and periodontal tissues. A study in the beagle dog. *Clinical Oral Implants Research* **3**: 9-16.

Lindhe, J., Lang, N. P., Karring, T. (2009) Periodontología clínica e implantología odontológica, 5ª edición. *Editorial médica panamericana*, Madrid, tomo 1, p. 529-530.

Luján-Climent, M., Martínez-Gomis, J., Palau, S., Ayuso-Montero R, Salsench, J., Peraire, M. (2008) Influence of static characteristics and muscle force on masticatory performance in dentate adults. *European Journal of Oral Sciences* **116**: 229-236.

Macedo, J. P., Pereira, J., Vahey, B. R., Henriques, B., Benfatti, C. A., Magini, R. S., López-López, J., Souza, J. C. (2016) Morse taper dental implants and platform switching: The new paradigm in oral implantology. *European Journal of Dentistry* **10**: 148-154.

Manresa, C., Bosch, M., Manzanares, M. C., Carvalho, P., Echevarría, J. J. (2014) A new standardized-automatic method for Bone-to-Implant Contact histomorphometric analysis based on Backscattered Scanning Electron Microscopy images. *Clinical Oral Implant Research* **25**: 702-706.

Misch, C. E. (1995) Screw-retained versus cement-retained implant supported prostheses. *Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry* **7**: 15-8.

Misch, C. E. (2006) Prótesis Dental Sobre Implantes. *Editorial Mosby*, Madrid, p. 43-53.

Misch, C. E. (2008) Contemporary Implant Dentistry, 3ª Edición. *Editorial Mosby*, St Louis (Missouri), p. 621-635.

Moon, I. S., Berglundh, T., Abrahamsson, I., Linder, E., Lindhe, J. (1999) The barrier between the keratinized mucosa and the dental implant. An experimental study in the dog. *Journal of Clinical Periodontology* **26**: 658-663.

Mustafa, K., Odén, A., Wennerberg, A., Hulténby, K., Arvidson, K. (2005) The influence of surface topography of ceramic abutments on the attachment and proliferation of human oral fibroblasts. *Biomaterials*, **26**: 373-381.

Neiva, R., Tovar, N., Jimbo, R., Gil, L., Goldberg, P., Barbosa, J., Coelho, P. (2016) Guidelines for Clinical Management of Laser-Etched (Laser-Lok) Abutments in Two Different Clinical Scenarios: A Preclinical Laboratory Soft Tissue Assessment Study. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* **36**: 339-345.

Nevins, M., Langer, B. (1993) The successful application of osseointegrated implants to the posterior jaw: a long-term retrospective study. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* **8**: 428-432.

Nevins, M., Nevins, M. L., Camelo, M., Boyesen, J. L., Kim, D. M. (2008) Human histologic evidence of a connective tissue attachment to a dental implant. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* **28**: 111-121.

Nevins, M., Kim, D. M., Jun, S. H., Guze, K., Schupbach, P., Nevins, M. L. (2010) Histologic evidence of a connective tissue attachment to laser microgrooved abutments: a canine study. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* **30**: 245-255.

Nevins, M., Camelo, M., Nevins, M. L., Schupbach, P., Kim, D. M. (2012a) Connective tissue attachment to laser-microgrooved abutments: a human histologic case report. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* **32**: 385-392.

Nevins, M., Camelo, M., Nevins, M. L., Schupbach, P., Kim, D. M. (2012b) Reattachment of connective tissue fibers to a laser-microgrooved abutment surface. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* **32**: 131-134.

Nothdurft, F. P., Fontana, D., Ruppenthal, S., May, A., Aktas, C., Mehraein, Y., Kaestner, L. (2015) Differential Behavior of Fibroblasts and Epithelial Cells on Structured Implant Abutment Materials: A Comparison of Materials and Surface Topographies. *Clinical Implant Dentistry and Related Research* **17**: 1237-1249.



Pecora, G. E., Ceccarelli, R., Bonelli, M., Alexander, H., Ricci, J. L. (2009) Clinical evaluation of laser microtexturing for soft tissue and bone attachment to dental implants. *Implant Dentistry* **18**: 57-66.

Pereira, J., Morsch, C. S., Henriques, B., Nascimento, R. M., Benfatti, C. A., Silva, F. S., López-López, L., Souza, J. C. (2016) Removal torque and biofilm accumulation at two dental implant-abutment joints after fatigue. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* **31**: 813-819.

Piatelli, A., Scarano, A., Paolantonio, M., Assenza, B., Laghissa, G. C., Di Bonaventura, G., Catamo, G., Piccolomini, R. (2001) Fluids and microbial penetration in the internal part of cement-retained versus screw-retained implant-abutment connections. *Journal of Periodontology* **72**: 1146-1150.

Piattelli, A., Vrespa, G., Petrone, G., Lezzi, G., Annibali, S., Scarano A. (2003) Role of the microgap between implant and abutment: A retrospective histologic evaluation in monkeys. *Journal of Periodontology* **74**: 346-352.

Pjetursson, B. E., Tan, K., Lang, N. P. (2004) A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years. *Clinical Oral Implants Research* **15**: 654-666.

Pontoriero, R., Tonelli, M. P., Carnevale, G., Mombelli, A., Nyman, S. R, Lang, N. P. (1994) Experimentally induced peri-implant mucositis. A clinical study in humans. *Clinical Oral Implants Research* **5**: 254-259.

Prado, A. M., Pereira, J., Henriques, B., Benfatti, C. A., Magini, R. S., López-López, J., Souza, J. C. (2016) Biofilm affecting the mechanical integrity of implant abutment joints. *International Journal of Prosthodontics* **29**: 381-383.

Quirynen, M., Abarca, M., Van Assche, N., Nevins, M., Van Steenberghe, D. (2007) Impact of supportive periodontal therapy and implant surface roughness on implant outcome in patients with a history of periodontitis. *Journal of Clinical Periodontology* **9**: 805-815.

Rimondini, L, Cerroni, L, Carrassi, A., Torricelli, P. (2002) Bacterial colonization of zirconia ceramic surfaces: An in vitro and in vivo study. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* **17**: 793-798.

- Sailer, I., Philipp, A., Zembic, A., Pjetursson, B. E., Hämmeler, C. H., Zwahlen, M. (2009) A systematic review of the performance of ceramic and metal implant abutments supporting fixed implant reconstructions. *Clinical Oral Implant Research* **4**: 4-31.
- Sailer, I., Mühlemann, S., Zwahlen, M., Hämmeler, C. H. Schneider, D. (2012) Cemented and screw-retained implant reconstructions: a systematic review of the survival and complication rates. *Clinical Oral Implants Research* **6**: 163-201.
- Schierano, G., Ramieri, G., Cortese, M., Aimetti, M., Preti, G. (2002) Organization of the connective tissue barrier around long-term loaded implant abutments in man. *Clinical Oral Implants Research* **13**: 460-464.
- Schwarz, F., Mihatovic, I., Becker, J., Bormann, K. H., Keeve, P. L., Friedmann, A. (2013) Histological evaluation of different abutments in the posterior maxilla and mandible: an experimental study in humans. *Journal of Clinical Periodontology* **40**: 807-815.
- Shapoff, C. A., Babushkin, J. A., Wohl, D. J. (2016) Clinical Use of Laser-Microtextured Abutments: A Case Series. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* **39**: 655-662.
- Shapoff, C. A., Lahey, B., Wasserlauf, P. A., Kim, D. M. (2010) Radiographic analysis of crestal bone levels around Laser-Lok collar dental implants. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* **30**: 129-137.
- Simonis, P., Dufour, T., Tenebaum, H. (2010) Long-term implant survival and success: a 10-16-year follow-up of non-submerged dental implants. *Clinical Oral Implants Research* **21**: 772-777.
- Singer, A., Serfaty, V. (1996) Cement-retained implant-supported fixed partial dentures: a 6-month to 3-year follow up. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* **11**: 645-649.
- Smeets, E. C., de Jong, K. J., Abraham-Inpijn, L. (1998) Detecting the medically compromised patient in dentistry by means of the medical risk-related history. A survey of 29,424 dental patients in The Netherlands. *Preventive Medicine* **27**: 530-535.
- Stimmelmayer, M., Edelhoff, D., Güth, J. F., Erdelt, K., Happe, A., Beuer, F. (2012) Wear at the titanium-titanium and the titanium-zirconia implant-abutment interface: a comparative in vitro study. *Dental Materials* **28**: 1215-1220.

Taiyeb-Ali, T. B., Toh, C. G., Siar, C. H., Seiz, D., Ong, S. T. (2009) Influence of abutment design on clinical status of peri-implant tissues. *Implant Dentistry* **18**: 438-446.

Tetè, S., Mastrangelo, F., Bianchi, A., Zizzari, V., Scarano, A. (2009) Collagen Fiber Orientation Around Machined Titanium and Zirconia Dental Implant Necks: An Animal Study. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* **24** 52-58.

Valente, N. A., Andreana, S. (2016). Peri-implant disease: what we know and what we need to know. *Journal of Periodontal & Implant Science* **46**: 136.

Weber, H. P., Kim, D. M., Ng, M. W., Hwuang, J. W., Fiorellini, J. P. (2006) Peri-implant soft tissue health surrounding cement- and screw-retained implant restorations: a multicenter, 3-year prospective study. *Clinical Oral Implant Research* **17**:375-379.

Weiner, S., Simon, J., Ehrenberg, D. S., Zweig, B., Ricci, J. L. (2008) The effects of laser microtextured collars upon crestal bone levels of dental implants. *Implant Dentistry* **17**: 217-228.

Welander, M., Abrahamsson, I., Berglundh, T. (2008). The mucosal barrier at implant abutments of different materials. *Clinical Oral Implants Research* **19**: 635-641.

Xing, R., Salou, L., Taxt-Lamolle, S. Reseland, J. E., Lyngstadaas, S. P., Haugen, H. J. (2014) Surface hydride on titanium by cathodic polarization promotes human gingival fibroblast growth. *Journal of Biomedical Material Research* **102**: 1389-1398.

Zarb, G. A., Smitt, A. (1990) The longitudinal clinical effectiveness of osseointegrated implants: the Toronto study, part 3: problems and complications encountered. *The Journal of Prosthetic Dentistry* **64**: 185-194.

## **10. ANEXOS**



## ANEXO 10.1. CERTIFICADO DE CEIC



CEIC Clínica Odontològica  
Universitària

C/ Feixa Llarga, s/n  
Pavelló de Govern, 2a Planta  
Campus de Ciències de Salut de Bellvitge  
08907 L'Hospitalet de Llobregat

Tel. +34 932 640 584

## DICTAMEN DEL COMITÉ ÈTIC DE INVESTIGACIÓ CLÍNICA

La Dra. Silvia Sánchez, Secretària del Comitè Ètic de Investigació Clínica de la Clínica Odontològica Universitària. Universitat de Barcelona,

## CERTIFICA

Que en su reunió de **12 de Junio de 2012 (Acta 89)** este Comitè ha evaluado la propuesta de los promotores **Dr. José López López y Dr. Raúl Ayuso Montero**, para que se realice el estudio de casos-controles con nuestra referencia **09/2012, de fecha 12 de Junio de 2012** (esta versió corresponde a la del protocolo):

"Títol del estudi: **"Diferencias histològicas en la adhesión del tejido conectivo alrededor de pilares tratados con láser y pilares convencionales. Ensayo clínico en humanos"**,

Y considera que:

- El ensayo se plantea siguiendo los requisitos del Real Decreto 223/2004, de 6 de febrero y las normas que lo desarrollan y su realización es pertinente.
- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto, teniendo en cuenta los beneficios esperados.
- El procedimiento para obtener el consentimiento informado es adecuado, incluyendo el modelo de hoja de información y consentimiento informado para pacientes del proyecto de investigación.
- El plan de reclutamiento de sujetos previsto es adecuado.
- La capacidad del investigador y sus colaboradores y las instalaciones y medios disponibles son apropiadas para llevar a cabo el estudio.

Por tanto, este CEIC acepta que dicho ensayo clínico sea realizado en el centro siguiente por los investigadores principales que se relacionan a continuación:

- **Clínica Odontològica de la Universitat de Barcelona** por **Lcda. Mónica Blázquez Hinarejos, Dr. José López López, Dr. Raúl Ayuso Montero y Dra. M<sup>a</sup> Cristina Manzanares Céspedes.**



Divi Campus d'Excel·lència Internacional





CEIC Clínica Odontològica  
Universitària

C/ Feixa Llarga, s/n  
Pavelló de Govern, 2a Planta  
Campus de Ciències de Salut de Bellvitge  
08907 L'Hospitalet de Llobregat

Tel. +34 932 640 584

Que la composició actual del Comitè Ètic de Investigació Clínica es la siguiente:

Presidenta	Dra. M <sup>a</sup> Eulàlia Planas Domingo	Médec-FarmacòlegoClínic
Secretaria	Dra. Silvia Sánchez Gonzalez	Farmacèutica
Vocales	Sra. Marina Aguilera Galobart	Enfermera
	Sr. Jordi Albella Rubio	Miembro ajeno a las profesiones sanitarias
	Dra. Marina Balanzó Joue	Farmacèutica de atención primaria
	Dr. Leonardo Berini Aytés	Médec-Estomatòlego
	Dr. Tomás Escuin Henar	Médec-Estomatòlego
	Dr. José López López	Médec-Estomatòlego
	Sra. Carmen Aranda González	Aux Admi Atención al usuario
	Dr. José M <sup>a</sup> Ramón Torrell	Médec Epidemiòlego
	Dr. Josep M <sup>a</sup> Ustrell Torrent	Médec- Estomatòlego
	Sra. Paula Segura García	Jurista

Que este Comité cumple la legislación española vigente sobre ensayos clínicos, así como las normas ICH y las Normas de Buena Práctica Clínica.

Que en dicha reunión del Comité Ètic de Investigació Clínica se cumplió el quórum preceptivo legalmente.

Lo que firmo en L'Hospitalet de Llobregat, a **24 de Julio de 2012**

Dra. Silvia Sánchez  
Secretaria del CEIC



Doc Campus d'Excel·lència Internacional:





Facultat d'Odontologia

C/ Feixa Llarga, s/n  
 Pavelló de Govern, 2a Planta  
 Campus de Ciències de Salut de Bellvitge  
 08907 L'Hospitalet de Llobregat

Tel. +34 934 024 255  
 Fax +34 934 035 927

## CONFORMIDAD DE LA DIRECCION DEL CENTRO

D. Joan Blasi, Secretario de la Facultad de Odontología de la Universidad de Barcelona y vista la autorización del Comité Ético de Investigación Clínica,

### CERTIFICA

Que conoce la propuesta realizada por el promotor **Dr. José López López** para que sea realizado en este Centro el estudio código de protocolo **09/12** titulado: "**Diferencias histológicas en la adhesión del tejido conectivo alrededor de pilares tratados con láser y pilares convencionales. Ensayo clínico en humanos**" y que será realizado por Lcda. Mónica Blázquez Hinarejos, Dr. José López López y Dr. Raúl Ayuso Montero como investigadores principales y Dra. M<sup>a</sup> Cristina Manzanares Céspedes como investigadora colaboradora.

Que acepta la realización de dicho estudio en este Centro.

Lo que firma en Hospitalet de LL., a **24 de Julio de 2012**

Firmado:

Dr. Joan Blasi Cabús

Two Campuses d'Excel·lència Internacional:





## **ANEXO 10.2. HOJA INFORMATIVA.**

Título: Diferencias histológicas en la adhesión del tejido conectivo alrededor de pilares sobre implantes tratados con láser y pilares convencionales. Ensayo clínico en humanos.

- Investigador principal: Mónica Blázquez Hinarejos
  
- Tutores de la Investigación: Dr. José López López y Dr. Raúl Ayuso Montero

Apreciado/a Sr/a.

Se le propone la participación en un estudio clínico que pretende observar las diferencias existentes entre dos tipos de pilares protésicos de conexión a implantes dentales, que ya están comercializados en odontología. Antes de confirmar su participación en el estudio es importante que entienda en qué consiste.

Por favor lea este documento y haga todas las preguntas que le puedan surgir:

- Objetivo del estudio: Comparar las diferencias clínicas y de adhesión de las fibras colágenas (fibras que se encuentran en el tejido conectivo de la encía) entre un pilar protésico tratado con láser y otro pilar sin tratar.

- Número aproximado de pacientes y duración estimada de la participación de los pacientes:

Se prevé la participación de veinte pacientes que tengan como plan de tratamiento la inserción de al menos dos implantes dentales, siempre siendo números pares.

- Tanto el número de visitas como la duración de las mismas, serán las necesarias para realizar el tratamiento propuesto para cada paciente, no existiendo diferencias en cuanto a la duración de la participación de cada paciente por el hecho de ser incluido en el estudio clínico o no ser incluido.

- Tratamientos/ procedimientos del ensayo clínico:

Los dos productos que pretenden compararse en el presente estudio se emplearán simultáneamente en cada paciente. Uno de ellos es el pilar 3inOne abutment® (BioHorizons, Birmingham, EEUU) y el otro es el Laser-Lok abutment® (BioHorizons, Birmingham, EEUU).

- Usted ha de saber que actualmente disponemos de varios tipos de pilares sobre implantes. Los pilares son los elementos que se conectan mediante un tornillo de fijación al implante dental que se ha insertado en el hueso y que luego hará las funciones de pilar para la confección de la prótesis. Es decir, dicho pilar sirve para sostener la prótesis final, ya que sobre él se cementará la corona, objetivo definitivo de la inserción del implante.

- Los dos pilares empleados en este estudio son productos sanitarios que se emplean habitualmente por los profesionales en el campo de la implantología dental. Todos los productos a utilizar en este estudio están

aprobados tanto por la FDA como por la AEMPS y poseen el marcado CE.

**Procedimientos del ensayo clínico:**

Una vez presentado el plan de tratamiento y firmado el presente consentimiento informado se realizarán como mínimo 7 visitas clínicas (las mismas que si no participase en este estudio). La primera visita quirúrgica consistirá en la inserción de los implantes dentales necesarios junto a sus correspondientes pilares, en el 50% de los implantes se conectarán pilares tratados con láser y en el resto los pilares sin tratar. El paciente desconocerá qué tipo de pilar se le ha conectado a cada implante. A los 14 días se retirarán los puntos de sutura y a los 90 días se procederá a la extracción de los pilares junto al tejido gingival circundante. Durante estos 90 días el paciente podrá llamar telefónicamente para resolver cualquier duda que acontezca, así como se le proporcionarán todas las visitas clínicas que precise. En el momento de retirarse los pilares de estudio se conectarán otros y se continuará con la técnica tradicional de confección de prótesis sobre implantes en visitas posteriores: retirada de suturas en 14 días, impresiones, pruebas de las estructuras protéticas, colocación definitiva de la prótesis y controles posteriores, utilizando pilares Laser-lok® como pilares definitivos.

**Riesgos derivados de las pruebas realizadas a lo largo del ensayo clínico; riesgos y/o posibles efectos adversos secundarios a la participación en el presente estudio:**

El hecho de intervenir en el presente estudio creemos que no ha de influir en el resultado final de los tratamientos propuestos. Se propone la intervención en el estudio a los pacientes con un plan de tratamiento de inserción de dos implantes como mínimo y cuyas condiciones médicas permitan la realización de dicha intervención.

En ningún momento se pondrá en riesgo el resultado final del tratamiento propuesto para cada paciente ni su condición médica. Si el paciente decide no participar en el estudio, se le realizará el procedimiento estándar sin ningún perjuicio para él.

Es importante que usted sepa, que si bien las visitas planificadas serán las mismas que si no hubiese participado en el estudio y hubiese realizado los implantes con la técnica en dos fases. Le hemos de comunicar que el hecho de participar puede enlentecer algo el proceso de cicatrización. En la segunda visita quirúrgica habrá un pequeño cambio, le extirparemos un poco más de tejido mucoso periimplantario que en la técnica en dos fases clásica. Le recordamos una vez más que puede abandonar el estudio en el momento que usted desee.

Si a usted se le realizase una técnica de dos cirugías, esta segunda visita sería esencialmente la misma sólo que el cirujano trataría de buscar la cabeza del implante sin eliminar tejido mucoso periimplantario. Le recordamos igualmente

que usted podría evitarse esta segunda cirugía si el cirujano hubiese decidido realizarle una técnica en una sola fase. No obstante la técnica en dos fases es la más utilizada por los profesionales. Esta segunda cirugía consistirá en una incisión alrededor del pilar, incluyendo una porción gingival y ocasionando en algunas ocasiones una molestia durante los días posteriores en la zona de la encía.

**Beneficios:**

Al pretender comparar histológicamente el comportamiento de dos pilares, estos son extraídos del medio oral de cada paciente y este hecho no va a suponer ningún beneficio en el tratamiento de cada paciente, del mismo modo que no supone ningún riesgo para el resultado final de cada tratamiento propuesto previamente.

A su vez los resultados obtenidos de esta investigación pueden ayudar a mejorar nuestros conocimientos sobre los pilares protésicos sobre implantes y por consiguiente mejorar nuestros futuros tratamientos en este campo.

**Participación voluntaria / derecho a retirarse del ensayo clínico:**

Usted es completamente libre de elegir participar o no en el ensayo clínico y si decide participar puede interrumpir en cualquier momento su participación sin dar explicaciones, así como puede ejercer el derecho de oposición. Su decisión no influirá sobre el tratamiento habitual que usted pueda estar recibiendo en la actualidad o en el futuro. Será informado de cualquier hallazgo disponible en el

transcurso del estudio clínico que pueda afectar su decisión de participar en él. En este caso, el profesional operador le solicitará que firme un nuevo documento de consentimiento informado.

En caso de que usted decida retirar su consentimiento de participación en el presente estudio, se le apartará de inmediato, pero solo en el estudio, continuando su tratamiento de forma habitual hasta la restauración final. Así mismo, el investigador también puede retirarle del estudio si considera que es lo mejor para usted, nunca dejando de realizar y terminar el tratamiento pactado previamente.

**Confidencialidad:**

Si usted da el consentimiento para participar en el presente estudio, los datos que se recojan serán incorporados en una base de datos informatizada sin su nombre con el fin de evaluar el resultado de la investigación. De este modo las muestras entregadas al laboratorio también serán marcadas con una nomenclatura que evitará la inclusión de cualquier dato personal suyo. El acceso a sus datos clínicos y asistenciales se realizará guardando la más estricta confidencialidad de forma que no se viole la intimidad personal de los participantes. Durante la realización del estudio se garantizará el estricto cumplimiento de la Ley 15/1999 del 13 de diciembre de Protección de Datos Personales. El investigador, cuando procese y trate sus datos, tomará las medidas oportunas para protegerlos y evitar el acceso a los mismos a terceras personas no autorizadas.

Los datos podrán ser compartidos por los profesionales del centro participante, por otra parte, los resultados y cualquier información científica de este estudio clínico podrá presentarse a la comunidad científica e incluso podría llegar a publicarse.

Usted también da su consentimiento a que se le realicen fotografías restringidas al medio oral, en ningún momento aparecerá ningún rasgo físico suyo que permita ser identificado por terceras personas.

Su nombre o identidad no aparecerán nunca en ningún informe, resultado o publicación relacionada con el ensayo clínico.

Usted tiene el derecho de acceso, rectificación y cancelación de sus datos, mediante la solicitud pertinente al investigador.

**Preguntas / información:**

Si usted tiene alguna pregunta respecto al estudio clínico puede contactar con el profesional operador que realiza el estudio.

Será informado de cualquier nuevo hallazgo que aparezca en el transcurso del estudio y que pueda afectar en su decisión de participar en él. En este caso, se requerirá a firma de un nuevo consentimiento informado. Si algo le preocupa o si necesita una visita clínica durante el transcurso del estudio podrá solicitarla llamando al teléfono de contacto del centro donde se realiza el estudio. En este caso, será visitado por el investigador/operador lo antes posible o en su ausencia por un responsable sanitario del centro.

Teléfono de contacto: .....

**ANEXO 10.3. FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.**

Título: Diferencias histológicas en la adhesión del tejido conectivo alrededor de pilares sobre implantes tratados con láser y pilares convencionales. Ensayo clínico en humanos.

Yo (nombre completo del paciente) .....

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

He podido hacer preguntas sobre el estudio.

He recibido suficiente información sobre el ensayo clínico.

He hablado con (nombre del investigador).....

Comprendo que mi participación es voluntaria, que las muestras obtenidas se analizarán en el laboratorio oportuno, y que los datos recogidos se incorporarán en una base de datos informatizada sin mi nombre (en dicha base de datos los pacientes serán identificados sólo por un código) y serán utilizados para analizar el resultado del estudio.

Así mismo, autorizo la utilización de las muestras obtenidas y su procesado como los investigadores lo consideren oportuno.

Comprendo que puedo retirarme del ensayo clínico:

- 1º cuando quiera.
- 2º sin tener que dar explicaciones.



- 3º sin que esto repercuta ni en mi tratamiento ni en el resultado final del mismo.

Según la Ley 15/1999 del 13 de diciembre, el consentimiento para el tratamiento de sus datos personales y para su cesión es revocable. Usted puede ejercer el derecho de acceso, rectificación y cancelación dirigiéndose al investigador.

Presto mi conformidad para participar en el estudio.

Fecha.....

Firma del participante

Fecha.....

Firma del investigador

**ANEXO 10.4. REGISTRO DEL ESTUDIO EN CLINICALTRIALS.GOV.**

De: ClinicalTrials.gov Registration [[register@clinicaltrials.gov](mailto:register@clinicaltrials.gov)]

Enviado: lunes, 30 de septiembre de 2013 23:29

Para: RAUL AYUSO MONTERO

CC: [register@clinicaltrials.gov](mailto:register@clinicaltrials.gov)

Asunto: ClinicalTrials.gov Protocol Record Laser-Lok® abutment

Message generated by ClinicalTrials.gov Protocol Registration System

University of Barcelona Protocol Record Laser-Lok® abutment,

Adhesion of connective tissue around laser-treated abutments for dental implants - Clinical trial in humans,

has been reviewed and will be published on the ClinicalTrials.gov public site.

RECORDS USUALLY APPEAR ON ClinicalTrials.gov WITHIN 2 BUSINESS DAYS of the receipt of this message.

QUESTIONS? Contact us at: [register@clinicaltrials.gov](mailto:register@clinicaltrials.gov)

Thank you,

Quality Assurance Team

ClinicalTrials.gov

ClinicalTrials.gov Identifier: NCT01954485

# **ANEXO 10.5. ARTÍCULO PUBLICADO.**

















# **ANEXO 10.6. ARTÍCULO ACEPTADO.**

**Med Oral Patol Oral Cir Bucal**

ISI Journal Citation Reports® Ranking: 2015: 58/90 (Dentistry, Oral Surgery & Medicine) JCR Impact Factor: 1.087

2017-04-13

Reference: 21949 Title: Histological differences in the adherence of connective tissue to laser-treated abutments and standard abutments for dental implants. An experimental pilot study in humans

Dr. JOSE LOPEZ LOPEZ Email: [18575jll@gmail.com](mailto:18575jll@gmail.com) Password: grsw1fcu  
[www.medoral.es](http://www.medoral.es)

Dear Dr, Thank you for submitting your article for our consideration.

Your above referenced article with the following authors: Mónica Blázquez- Hinarejos, Raúl Ayuso-Montero, José Mael Álvarez-López, Maria Cristina Manzanares-Céspedes, José López-López , has been evaluated by the reviewers. We are happy to inform you that they have recommended accepting the manuscript for publication in Medicina Oral Patología Oral Cirugía Bucal.

We follow acceptance by date-order to establish the final publication of a manuscript.

Please complete the Copyright Transfer Agreement form available at <http://www.medicinaoral.com/copyright.htm> and the CONFLICT OF INTEREST requirement available at [http://www.medicinaoral.com/conflict\\_med.htm](http://www.medicinaoral.com/conflict_med.htm) They should be submitted to the Production Editor (email: [secretaria3@medicinaoral.com](mailto:secretaria3@medicinaoral.com)). Please note that your paper cannot be published until we have received your signed Copyright Transfer Agreement and the conflict of interest.

We will publish the article according to the reviewers exact recommendations. We will

only make minor changes, for example, any spelling mistakes, e.t.c.

This article will be first published in the AHEAD OF PRINT [AOP] version in PUBMED MEDLINE. Then, after some months, we will publish your article with full reference of the year, volume and page. We very much appreciate your interest in our publication. Yours sincerely.

Professor Jose V. Bagan

*Editor Med Oral Patol Oral Cir Bucal Indexed in: SCI-JCR, INDEX MEDICUS, MEDLINE, PUBMED, EMCARE, EMBASE, SCOPUS, IME*

**Histological differences in the adherence of connective tissue to laser-treated abutments and standard abutments for dental implants. An experimental pilot study in humans**

**Running title:** Histological adherence in laser-treated or not implant abutments

**Authors:**

Mónica Blázquez-Hinarejos<sup>1</sup>, Raúl Ayuso-Montero<sup>2, 3</sup>, José Manuel Álvarez-López<sup>4</sup>,  
María Maria Cristina Manzanares-Céspedes<sup>5,6</sup>, José López-López<sup>3,7</sup>

<sup>1</sup> Master of Medicine, Surgery and Oral Implantology. University of Barcelona, Faculty of Dentistry, Barcelona, Spain.

<sup>2</sup> Prosthodontics Unit. University of Barcelona, Faculty of Dentistry, Barcelona, Spain.

<sup>3</sup> Oral Health and Masticatory System Group (Bellvitge Biomedical Research Institute) IDIBELL, L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona, Spain.

<sup>4</sup> Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO). Canberra, Australia.

<sup>5</sup> Human Anatomy and Embryology Unit. University of Barcelona, Faculty of Dentistry, Barcelona, Spain.

<sup>6</sup> Growth factors and cell differentiation (Bellvitge Biomedical Research Institute) IDIBELL, L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona, Spain.

<sup>7</sup> Oral Medicine Unit. University of Barcelona, Faculty of Dentistry, Barcelona, Spain. // Chief Medical Surgical Service. Dental Hospital. University of Barcelona.

**Corresponding Author:**

Raúl Ayuso Montero / José López-López

Faculty of Dentistry, Department of Odontoestomatolgy, University of Barcelona,  
Campus de Bellvitge, C/ FeixaLlarga s/n. L'Hospitalet de Llobregat (Barcelona) E-  
08907, Spain.

Email: [raulayuso@ub.edu](mailto:raulayuso@ub.edu) / [18575jll@gmail.com](mailto:18575jll@gmail.com)

**Abstract**

**Objective:** The goal of the current study is to assess the difference in connective tissue adherence to laser microtextured versus machined titanium abutments.

**Study desing:** Six patients were selected and each of them received 2 implants, one combined with a laser treated abutment and one with a machined abutment. After three months, the abutments were retrieved together with their surrounding gingival tissue for histological analysis. Qualitative and quantitative evaluation of microscopical images was performed to assess the presence or absence of adherence between the soft tissues and the abutment, and the percentage of soft tissue adhered to the two different surfaces.

**Results:** Intimate adherence between connective tissue and the laser treated abutments, while on machined abutments no adherence was detected. A significant difference was found in the percentage of surface in contact with soft tissue between both implant abutments  $p=0.03$ .

**Conclusions:** Within the limitation of the current study, it can be concluded that connective tissues show enhanced adherence to microtextured abutments compared to machined abutments.

**Key Words:** abutment; connective tissue; dental implant; gingiva; human; laser.





## **Introduction**

Oral rehabilitation on osseointegrated dental implants is a highly predictable technique for the restoration of partially or totally edentulous patients (1-3). Achievement of implant stability and maintenance of crestal bone levels are prerequisites for a successful long-term function of dental implants. Some researchers regard infection (i.e. peri-implantitis) as the cause of virtually all bone loss, whereas others see crestal bone loss as an unavoidable phenomenon following surgery and implant loading (4). Two of the factors associated with peri-implant bone loss are implant overload and bacterial proliferation (5). Collars have been modified to include a microtextured section that will enhance soft tissue attachment to the implant's cervical area. This soft tissue seal is believed to help with peri-implant infection and bone loss (6). A number of pre-clinical and human studies, have shown the attachment of connective tissues to laser microtextured implant collars and the formation of a biologic seal (7-11). In fact, it has been proven that there is less bone loss around microtextured implant collars over time than smooth implant collars (12).

Those findings sparked an interest to move the biologic seal and connective tissue attachment up to the abutment section. Nevins et al. performed a study on an animal model using laser microtextured and machined abutments on non lased implants and found a better connective tissue attachment around lased abutments compared to machined ones. Functionally oriented rather than parallel connective tissue fibers apposed lased abutments (13).

The goal of the current study is to assess the difference in connective tissue adherence to laser microtextured versus machined titanium abutments in a split mouth study with human histology.

### **Material and methods**

All procedures and materials used in the present study were authorized by the Ethics Committee for Clinical Research of the University of Barcelona (CEIC # 09/2012). All participants were informed about their participation in the study and signed an informed consent. The study followed the guidelines of the Declaration of Helsinki on Medical Research involving Human Subjects and was registered in ClinicalTrials.gov with the following ID: NCT01954485.

#### *Patient selection:*

Patients in need of two implants each were enrolled in the study, all of them treated at the Master of Medicine, Surgery and Oral Implantology at the School of Dentistry of the University of Barcelona. The patients included showed a good systemic health status (ASA I-ASA II) (14) and had at least 7 mm of keratinized gingiva in the bucco-lingual direction. The excluding factors were: smoking habit, physical, systemic or psychological conditions which contraindicated a surgical intervention and need of additional surgical techniques for implant placement, such as bone grafting or soft tissue regeneration procedures.

All implants were inserted in non-aesthetic posterior sections, unilateral or bilateral but not contiguous, because the soft tissue would have created a vast injury section when retired.

*Surgical procedure:*

All patients received antibiotic coverage with 2g of amoxicillin 1 hour prior to the intervention and 2g per day during the following 7 days (15). In each patient, two implants were surgically placed under local anesthesia (Ultracain<sup>®</sup>, epinephrine 1:50.000, Normon, Madrid, Spain). Crestal incisions were performed and full thickness flaps were raised with #12 surgical blades (Braun<sup>®</sup>, Melsungen, Germany). The implants inserted were BioHorizons Internal Implants<sup>®</sup> (BioHorizons, Birmingham, USA). Each patient received one 3inOne<sup>®</sup> machined titanium abutment (BioHorizons, Birmingham, USA) that has 8 mm height, and one simple solution abutment with Laser-Lok<sup>®</sup> (BioHorizons, Birmingham, USA), that has 6 mm height and 0.7 mm of laser-treated section in the closest area to the prosthetic connection.

A minimum distance 1.5 mm between implants and adjacent teeth were maintained to preserve surrounding soft tissues and bone (16). Suturing was performed with non-resorbable suture material (4-0 silk, Aragó<sup>®</sup>, Barcelona, Spain). As adjunctive treatment, chlorhexidine 0.12% mouth rinses were prescribed for 14 days. After 14 days, a post-op recall appointment was held for suture removal and wound check. Patients were subjected to clinical recall appointments after 30 and 60 days. Ninety days after the first intervention, a second surgery was carried out. The incision was made with a concentrically positioned punch 2 mm larger than the diameter of the abutment to establish direct contact between the punch blade and the bone surface (Fig. 1A). After the incision, the abutment was unscrewed, removing a complex formed by the abutment and the surrounding 1 mm of gingival tissue for histological assessment. After removing

the abutment, a Laser-Lok<sup>®</sup> abutment was placed on all of the implants and the soft tissues were allowed to heal for 15 weeks following the usual prosthetic protocol (17).

*Randomization:*

The present study is a single-blind randomized controlled pre-clinical trial. The abutments were assigned to each of the implants through the SPSS 15.0 software program (SPSS Inc, Chicago, IL, USA). The patients, the laboratory technician and the person in charge of examining the samples did not know the type of abutment associated with each sample. The person who places the implants and abutments assigns to each sample a randomized numeric code provided by the SPSS 15.0 software and registers the type of abutment which corresponds to each code.

*Histologic preparation:*

Samples were immersed in formaldehyde 10% solution and then processed for evaluation using the methacrylate embedding technique described by Donath (18). First, the samples were dehydrated with different concentrations of alcohol under constant agitation. Plastic infiltration was performed mixing glycol methacrylate (Technovit 7200<sup>®</sup>, VLC - Heraus Kulzer GMBH, Werheim, Germany) and 1% benzoyl peroxide (BPO<sup>®</sup>: Heraus Kulzer GMBH, Werheim, Germany) with ethyl alcohol at different concentrations, finishing with two infiltrations of pure glycol methacrylate. The samples were embedded under vacuum conditions in light-cured resin (Technovit 7200<sup>®</sup>) (Fig. 1B). The resulting blocks were cut in half with a band-saw (Exakt 300) following the long axis of the abutment, under irrigation (Fig. 1C). Each section obtained was mounted on an acrylic slide with the help of a resin (Technovit 4000<sup>®</sup> Heraus Kulzer GMBH, Werheim, Germany), using a vacuum adhesive press. All acrylic slides were

subjected to microgrinding and polishing (Exakt Micro Grinding System<sup>®</sup>, Apparatebau GMBH, Hamburg, Germany) with silicon carbide papers of different thicknesses until achieving slides of 38  $\mu\text{m}$ . Two of the sections were selected to be stained, one with Masson-Goldner trichrome stain and the other with toluidine blue. The samples were assessed under a Leica DMD optical microscope (Leica Microsystems, Wetzlar, Germany), and digital microscopic images were obtained to assess the presence or absence of adherence between the soft tissues and the abutment, centering the objective on the first 0.7mm of the abutments collar (treated zone in the Laser-Lok abutments and non-treated on the mechanised abutments), and focusing different magnification on the same zone.

Modifying a previous method described to calculate the bone-implant-contact (19), an algorithm was developed using MATLAB to automatically binarize the images and define the color threshold for the titanium and the tissue, calculating the tissue-abutment-contact (TAC) as the percentage of abutment surface with tissue contact (Fig. 2) in the portion adjacent to the prosthetic connection.

*Statistical analysis:*

The presence of adherence between the connective tissue and the abutment surface was treated as a dichotomous qualitative variable in the qualitative analysis. Accepting an alpha risk of 0.05 and a beta risk of 0.2 in a two-sided test, 18 subjects were calculated to be necessary to recognize as statistically significant a difference consisting in an initial proportion of 0 and a final proportion of 0.5. A contingency table was created and Clopper-Pearson test was applied to compare the connective tissue adherence proportion with each of the procedures. The null hypothesis was that the abutment

proportion with intimate adherence of the connective tissue was the same on the Laser-Lok-treated ones as on the machined ones. The quantitative study on the TAC percentage was analyzed using the Wilcoxon test. In both statistic test a 0.05 level of significance was considered. The SPSS for Windows v23.0 software (IBM Statistics, Chicago, IL, USA) was used for these purposes.

## **Results**

Nine patients took part in the study, both samples from one patient were lost, and two more samples were lost from two different patients. All of them during their preparation. The complimentary samples obtained from these two patients were discarded in the study. The results summarize the participation of six patients, four males and two females, between 40 and 76 years of age (mean 58 years), recruited during the first 4 months of the study. In all patients, healing was successful and uneventful, and all of the cases were restored with a definitive prosthesis.

### *Histologic observation:*

The qualitative analysis of the images showed that in the six samples of Laser-Lok<sup>®</sup> abutments, an adherence of the soft tissues to the prosthetic abutment was observed (Figs. 5A through 5F). In none of the samples of 3inOne<sup>®</sup> machined abutments soft tissue adherence was observed (Figs. 3G through 3L).

On the Laser-Lok<sup>®</sup> abutments the soft tissue was closely adhered to the treated zone then the tissue abruptly separated when the treated zone ended and the machined zone started, therefore the soft tissue had two different behaviors on the same abutment. The

results of the Clopper-Pearson test are presented in Table 1. The observed differences are statistically significant with a CI of 95%.

The mean percentage of TAC on Laser-Lok<sup>®</sup> abutment was 98.8%, and 24.1% on the 3inOne. The TAC quantitative analysis results are shown in Table 2. The Wilcoxon test showed significant differences with  $p=0.03$ .

## **Discussion**

The present study was designed to assess the presence or absence of connective tissue adherence on definitive prosthetic abutments treated with the Laser-Lok<sup>®</sup> technology. Volunteers were recruited during 4 months and followed up for at least 12 months after placement of the definitive prosthetic restoration. In all the samples obtained from the 3inOne<sup>®</sup> machined abutment group (control) no adherence was found between the surrounding soft tissues and the prosthetic abutment, and in all samples obtained from simple solution abutments with Laser-Lok<sup>®</sup> soft tissue adherence to the abutment was found. The statistical significance of the results in these 6 participants, did researchers stop the sample recruiting and present these results as a pilot study.

An in vitro study comparing cell morphology and proliferation on Laser-Lok<sup>®</sup>, titanium, and zirconia surfaces showed that the morphology of cells (observed under an electron microscope) attached to Laser-Lok<sup>®</sup> surfaces was significantly different from that on other surfaces. The majority of cells in the Laser-Lok<sup>®</sup> group were elongated and had pseudopods.<sup>20</sup> Assessment of cell morphology is important to determine the cell-surface affinity. Cells with an elongated morphology can more strongly attach to surfaces as a result of their cytoplasmic pseudopods compared to round cells (20). This could explain

the reason why the machined abutments in our study had no surrounding soft tissue adherence even though the biopsy method was the same for all samples.

The presence of a wide band of keratinized mucosa (at least 7mm) was necessary to ensure proper reintegration of the gingival tissue after sample collection. This will allow a long-term stability of the keratinized gingival (21-22). Nevins et al. revealed the reintegration of connective tissue after 15 weeks around a laser treated abutment (17, 23). Other recent pre-clinical studies showed that when using a standard smooth surface healing abutment an overall superior soft tissue attachment to the abutment surface is achieved by de-epithelializing the crevice and replacing the abutment with a Laser-Lok<sup>®</sup> one (24). For this reason, all implants were definitively restored with Laser-Lok<sup>®</sup> abutments.

Sections of all abutments were obtained for staining with toluidine blue, as in the studies by Nevins (7, 13, 17, 23), and with Masson-Goldner trichrome stain, as in the study by Schwarz (25, 26). As different cuts were obtained from the same sample, both staining procedures were used to assure the detection of connective tissues.

Finally, within the limitation of the current study, it can be concluded that connective tissues show enhanced adherence to microtextured abutments compared to machined abutments.

### **Acknowledgements**

We kindly appreciate the skills and commitment of Ms Eva Sánchez in the preparation of the specimens, as well as the competent assistance of Dr. J.M. Blasi in obtaining the



microscopic images (Pathology and Experimental Therapy Department, Health Sciences Campus, Barcelona University). Also, the authors wish to thank BioHorizons, Birmingham AL, USA, for donating the Laser-Lok<sup>®</sup> abutments used in this study.

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors. None of the authors have any conflicts of interest associated with this study.

## References

1. Jemt T, Lekholm U, Adell R. Osseointegrated implants in the treatment of partially edentulous patients: a preliminary study on 876 consecutively placed fixtures. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1989;4:211–17.
2. Adell R, Eriksson B, Lekholm U, Brånemark PI, Jemt T. Long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1990;5:347–59.
3. Nevins M, Langer B. The successful application of osseointegrated implants to the posterior jaw: a long-term retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1993;8:428–32.
4. Jemt T, Albrektsson T. Do long-term followed-up Branemark implants commonly show evidence of pathological bone breakdown? A review based on recently published data. *Periodontol*. 2000 2008;47:133–42.
5. Isidor F. Loss of osseointegration caused by occlusal load of oral implants. A clinical and radiographic study in monkeys. *Clin Oral Implants Res*. 1996;7:143–

- 52.
6. Moon IS, Berglundh T, Abrahamsson I, Linder E, Lindhe J. The barrier between the keratinized mucosa and the dental implant. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol.* 1999;26:658–63.
  7. Nevins M, Nevins ML, Camelo M, Boyesen JL, Kim DM. Human histologic evidence of a connective tissue attachment to a dental implant. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2008;28:111–21.
  8. Weiner S, Simon J, Ehrenberg DS, Zweig B, Ricci JL. The effects of laser microtextured collars upon crestal bone levels of dental implants. *Implant Dent.* 2008;17:217–28.
  9. Pecora GE, Ceccarelli R, Bonelli M, Alexander H, Ricci JL. Clinical evaluation of laser microtexturing for soft tissue and bone attachment to dental implants. *Implant Dent.* 2009;18:57–66.
  10. Shapoff CA, Lahey B, Wasserlauf PA, Kim DM. Radiographic analysis of crestal bone levels around Laser-Lok collar dental implants. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2010;30:129–37.
  11. Botos S, Yousef H, Zweig B, Flinton R, Weiner S. The effects of laser microtexturing of the dental implant collar on crestal bone levels and peri-implant health. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2011;26:492–8.
  12. Guarnieri R, Serra M, Bava L, et al. The impact of laser-microtextured collar on crestal bone level and clinical parameters under various placement and loading protocols. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014;29:354–63.

13. Nevins M, Kim DM, Jun S-H, Guze K, Schupbach P, Nevins ML. Histologic evidence of a connective tissue attachment to laser microgrooved abutments: a canine study. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2010;30:245–55.
14. Smeets EC, de Jong KJ, Abraham-Inpijn L. Detecting the medically compromised patient in dentistry by means of the medical risk-related history. A survey of 29,424 dental patients in The Netherlands. *Prev Med (Baltim)*. 1998;27:530–5.
15. Caiazzo A, Casavecchia P, Barone A, Brugnami F. A pilot study to determine the effectiveness of different amoxicillin regimens in implant surgery. *J Oral Implantol*. 2011;37:691–6.
16. Grunder U, Gracis S, Capelli M. Influence of the 3-D bone-to-implant relationship on esthetics. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2005;25:113–9.
17. Nevins M, Camelo M, Nevins ML, Schupbach P, Kim DM. Connective tissue attachment to laser-microgrooved abutments: a human histologic case report. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2012;32:385–92.
18. Donath K. The diagnostic value of the new method for the study of undecalcified bones and teeth with attached soft tissue (Säge-Schliff (sawing and grinding) technique). *Pathol Res Pract*. 1985;179:631–3.
19. Manresa C, Bosch M, Manzanares MC, Carvalho P, Echeverria JJ. A new standardized-automatic method for Bone-to-Implant Contact histomorphometric analysis based on Backscattered Scanning Electron Microscopy images. *Clin*

- Oral Impl Res. 2014;25:702–6.
20. Esfahanizadeh N, Motalebi S, Daneshparvar N, Akhoundi N, Bonakdar S. Morphology, proliferation, and gene expression of gingival fibroblasts on Laser-Lok, titanium, and zirconia surfaces. *Lasers Med Sci.* 2016;31:863–73.
  21. Chung DM, Oh T-J, Shotwell JL, Misch CE, Wang H-L. Significance of keratinized mucosa in maintenance of dental implants with different surfaces. *J Periodontol.* 2006;77:1410–20.
  22. Boynueğri D, Nemli SK, Kasko YA. Significance of keratinized mucosa around dental implants: a prospective comparative study. *Clin Oral Implants Res.* 2013;24:928–33.
  23. Nevins M, Camelo M, Nevins ML, Schupbach P, Kim DM. Reattachment of connective tissue fibers to a laser-microgrooved abutment surface. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2012;32:e131–4.
  24. Neiva R, Tovar N, Jimbo R, et al. Guidelines for Clinical Management of Laser-Etched (Laser-Lok) Abutments in Two Different Clinical Scenarios: A Preclinical Laboratory Soft Tissue Assessment Study. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2016;36:339–45.
  25. Schwarz F, Mihatovic I, Becker J, Bormann KH, Keeve PL, Friedmann A. Histological evaluation of different abutments in the posterior maxilla and mandible: an experimental study in humans. *J Clin Periodontol.* 2013;40:807–15.
  26. Schwarz F, Hertel M, Sager M, Wieland M, Dard M, Becker J. Histological and immunohistochemical analysis of initial and early osseous integration at

chemically modified and conventional SLA titanium implants: preliminary results of a pilot study in dogs. *Clin Oral Implants Res.* 2007;18:481–8.

## Table Legends

Table 1. Clopper-Pearson test results.

Table 2. Tissue abutment contact (TAC) in % of the two abutment surfaces.

## Figure legends

Figure 1. (A) Sample obtention scheme; (B) Sample embedded in light-cured resin; (C) Light-cured resin block cut in half.

Figure 2. Image binarization and automatic selection of the color threshold between the abutment and tissue for calculating the TAC.

Figure 3. Histological images of the six samples obtained **A through F** Laser-Lok<sup>®</sup> abutments, **G through L**3inOne<sup>®</sup> abutments. Scale bars represent 20 $\mu$ m. Stain with Masson-Goldner trichrome stain and toluidine blue.

**Table 1.** Clopper-Pearson test results.

<b>Null Hypothesis</b>	<b>Test</b>	<b>Sig.</b>	<b>Decision</b>
The Laser-Lok <sup>®</sup> defined categories are produced with the specified probability	One sample binomial test	.0311*	Reject null hypothesis
The Non-Laser-Lok <sup>®</sup> defined categories are produced with the specified probability	One sample binomial test	.0311*	Reject null hypothesis

\*Significance level 0.05

**Table 2.** Tissue abutment contact (TAC) in % of the two abutment surfaces.

<b>Patient</b>	<b>Laser-lok<sup>®</sup></b>	<b>3inOne<sup>®</sup></b>
1	100	30,5
2	100	32,4
3	100	0
4	95,2	40,4
5	97,8	11,3
6	99,6	29,9

