

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA

SECCION DE SEGUNDA ESPECIALIDAD EN REHABILITACIÓN ORAL



“INDICACIONES DE ZIRCONIO EN PRÓTESIS FIJA CONVENCIONAL”

Tesina presentada por:

R2: BENITA, CONDORI QUISPE

Para optar el título profesional de:

ESPECIALISTA EN REHABILITACIÓN ORAL

ASESOR: C.D. MG. ESP. EDUARDO GREGORIO, VICENTE ZAMUDIO

TACNA – PERU

2016

AGRADECIMIENTOS

Quiero dar gracias a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio, enseñándome a valorar todo lo que tengo.

Darle gracias a mi familia por su apoyo incondicional que me han dado y han hecho realidad mi sueño de poder tener, ejercer mi carrera y hacer realidad mis sueños de terminar la especialidad de Rehabilitación Oral.

Dar las gracias a todos mis docentes de la Segunda Especialidad de Rehabilitación Oral que con sus conocimientos, sus orientaciones, su persistencia, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para mi formación como Rehabilitadora Oral.

Un agradecimiento especial al Dr. Eduardo Gregorio, Vicente Zamudio, Dr. Arturo, Kobayashi Shinya, y al Dr. Martin, Quintana del Solar por compartir sus conocimientos y tener buena actitud para dar solución a nuestras interrogantes y retos que se nos presentó con nuestros casos clínicos de la Segunda Especialidad de Rehabilitación Oral.

Dar un agradecimiento especial al Dr. Ernest Mallat Callis por compartir sus conocimientos y TIPS en su página web: <https://www.facebook.com/e.mallat> que me ayudaron para desarrollar mi tesina.

RESUMEN

Las exigencias estéticas de los pacientes han estimulado a grandes avances en el desarrollo de nuevos materiales dentales, buscando siempre que su comportamiento sea similar al del tejido dental, que combine las características de adecuada resistencia mecánica, estética y biocompatibilidad, es así que surge el zirconio como material de restauración.

El propósito de este trabajo es proporcionar la información necesaria sobre el zirconio; describiendo sus propiedades, ventajas y desventajas, las indicaciones y contraindicaciones de este material en prótesis fija convencional y determinar qué tipos de zirconio se usan frecuentemente en esta.

Palabras claves: Coronas de zirconio, Prótesis fija convencional, Prótesis libre de metal, zirconio.

ABSTRACT

The aesthetic demands of the patients have stimulated great advances in the development of new dental materials, always looking for that their behavior is similar to the dental tissue that combines the characteristics of adequate mechanical resistance, aesthetics and biocompatibility, that is why zirconium arises as restorative material.

The purpose of this paper is to provide the necessary information about zirconia; describing its properties, advantages and disadvantages, indications and contraindications of this material in conventional fixed prosthesis and to determine what types of zirconium are frequently used in this.

Keywords: Zirconium Crowns, Conventional fixed prosthesis, All-ceramic fixed dental prosthesis, Zirconium.



CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	2
I. CAPÍTULO:	3
1.1. OBJETIVOS.....	3
II. CAPÍTULO: MARCO TEÓRICO	4
2.1. PRÓTESIS FIJA:	4
2.1.1. DEFINICIÓN.....	4
2.1.2. INDICACIONES.....	4
2.2. CERAMICAS DENTALES	4
2.2.1. CLASIFICACIÓN ACTUAL DE LAS CERAMICAS DENTALES	5
2.3. EL ZIRCONIO EN PROTESIS FIJA CONVENCIONAL:	8
2.3.1. DEFINICIÓN DE ZIRCONIO.....	8
2.3.2. EL ZIRCONIO EN ODONTOLOGIA.....	9
2.3.3. TIPOS DE ZIRCONIO EN ODONTOLOGIA.....	10
2.3.4. PROPIEDADES DELZIRCONIO.....	10
2.3.5. LA ESTRUCTURA DEL ZIRCONIO.....	11
2.3.6. INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DEL ZIRCONIO.....	12
2.3.7. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL ZIRCONIO.....	12
2.3.8. PRINCIPIOS DE DISEÑO EN PROTESIS FIJA DE OXIDO DE ZIRCONIO..	13
2.3.9. ASPECTOS QUE HAY QUE TENER EN CUENTA EN LA MANIPULACIÓN CLINICA DE LA PROTESIS DE OXIDO DE ZIRCONIO.....	18
2.3.10. FACTORES QUE DETERMINAN LA SUPERVIVENCIA CLINICA EN RESTAURACIONES DE ZIRCONIO.....	22
DISCUSIÓN	25
CONCLUSIONES	27
BIBLIOGRAFIA	28



INTRODUCCIÓN

Las exigencias estéticas de los pacientes han estimulado a grandes avances en el desarrollo de nuevos materiales dentales, buscando siempre que su comportamiento sea similar al del tejido dental. El principal objetivo de la odontología moderna es brindar buena salud oral, entre los cuales cabe destacar las restauraciones dentarias como parte fundamental.

Para precisar mejor el tema, vale decir de manera fehaciente todo lo referente a lo que es el zirconio. EL zirconio es un mineral del grupo de los silicatos que fué descubierto en 1789 por el químico alemán M. H. Klaproth. Estableciéndose que el dióxido de zirconio o zirconia es un compuesto del elemento zirconio que aparece en la naturaleza y que desde hace 10 a 15 años se utiliza en odontología. Uno de los descubrimientos más importantes de los últimos años: la implementación del zirconio, uno de los mejores productos cerámicos que hay en la actualidad para reconstruir las piezas dentarias. Ha evolucionado tornándose actualmente como el material más apto, vale decir que es biocompatible con la mucosa oral, evitando la sensibilidad y reacciones alérgicas a temperatura extremas o alteraciones del gusto; permitiendo dejar atrás la utilización de metales en las prótesis como coronas y puentes que tradicionalmente se utilizaban. Este presenta también una excelente translucidez y dispersión de la luz y su tonalidad se asimila mucho a la de las piezas dentarias naturales. También se trata de un material muy funcional, ya que tiene una elevada resistencia a las fracturas, lo que alarga su vida útil.

Por todo esto que se ha mencionado veo que este es un tema que necesita ser más estudiado y profundizado por las ciencias, ya que es un tema apasionante y que marca actualidad.



I. CAPÍTULO:

1.2. OBJETIVOS:

- 1.2.1. Realizar una revisión bibliográfica actualizada sobre indicaciones del zirconio en prótesis fija convencional.
- 1.2.2. Determinar qué tipos de zirconia se usan frecuentemente en la prótesis fija convencional



II. CAPÍTULO: MARCO TEÓRICO

2.1. PRÓTESIS FIJA:

2.1.1. DEFINICIÓN: Es la ciencia y el arte de la restauración de un solo diente (restauraciones individuales) o el reemplazo de 1 o más dientes (puente fijo) mediante la instalación de un aparato no removible, estando unida a los dientes de soporte y no se retira para limpiarla o examinarla. Los dientes pilares deben ser preparados previamente de acuerdo al tipo de prótesis.¹

2.1.2. INDICACIONES:

→Generales:

- a) En personas entre 20 y 55 años.
- b) Sustituir 1 o varios dientes (uno es lo ideal).
- c) Bajo índice de caries.

→En cuanto al diente pilar:

- d) Dientes sanos correctamente distribuidos.
- e) Adecuada relación corona-raíz.
- f) Capacidad para soportar una carga adicional.

2.2. CERÁMICAS DENTALES:

Según la bibliografía consultada puedo concluir: Que la humanidad desde sus inicios siempre ha tenido en mente alcanzar y mantener su belleza física; hoy en día no es la excepción, porque en la actualidad los pacientes demandan más la estética en cuanto concierne a las restauraciones de piezas dentarias posteriores y anteriores, porque estas últimas son las que lucen la sonrisa. La alteración o pérdida de éstas afecta en cierta forma el bienestar psicológico y social de la persona. Es por este motivo que han surgido nuevos materiales dentales como son las cerámicas que



han ido evolucionando en cuanto a la estética y resistencia a las fuerzas masticatorias.

El uso de las cerámicas en odontología se debe a las excelentes propiedades estéticas, ópticas y a la estabilidad in vivo de estos materiales. Dentro de las cerámicas más empleadas en el campo de la medicina bucal y que destacan por encima de las demás son basadas en material de zirconio, dado que poseen las más altas propiedades mecánicas y tenacidad de esta familia de materiales destinados al uso dental. (Por ejemplo Zirconia en odontología protésica, implante, endodoncia, ortodoncia y estética).²

2.2.1. CLASIFICACIÓN ACTUAL DE LAS CERÁMICAS DENTALES

Como dice el Dr. Ernest Mallat Callis, los dos parámetros más relevantes en el momento de seleccionar un sistema cerámico son la estética (sector anterior) y la resistencia mecánica, ya que deben ser capaces de soportar las cargas oclusales funcionales y parafuncionales, sobre todo en el sector posterior. La importancia de una elevada resistencia a la flexión radica en que la porcelana feldespática no soporta ni la más mínima flexión (la porcelana feldespática es la que se utiliza para el recubrimiento tanto de cofias y estructuras metálicas como de óxido de zirconio). Es por ello que será una propiedad importante sobre todo cuando se trate de coronas posteriores y de puentes. Tomando en consideración la resistencia mecánica podemos clasificar las porcelanas actuales en tres grupos (Tabla 01 y Fig. 01):³

- Porcelanas de baja resistencia (porcelana feldespática, e.max Esthetic),
- Porcelanas de moderada resistencia (disilicato de litio, e.max Press/CAD) y
- **Porcelanas de alta resistencia (óxido de zirconio).**

CATEGORIA	TIPOS DE CERAMICA	ESTRUCTURA		PROPIEDADES	INDICACIONES	RESISTENCIA A LA FLEXION (MPa)
		FASE CRISTALINA (%)	FACE VITREA (%)			
I	BAJA RESISTENCIA (P. FELDESPATICA) e.max Esthetic	20 – 35 Bajo cristales de Leucita	80	OPTICAS EXCELENTES	Recubrimiento de cofias de metal y oxido de Zr. Carillas de porcelana	70- 90
II	MODERADA RESISTENCIA (DISILICATO DE LITIO) e.max press CAD/CAM e.max CAD	>70	NO	ESTETICA BUENOS RESULTADOS	Carillas de porcelana Coronas unitarias anteriores Coronas posteriores Monolíticas y maquilladas)	360 – 400
III	ALTA RESISTENCIA Óxido de Zirconio	SI	NO	MECANICA ES SUPERIO AL OXIDO DE ALUMINIO	Coronas anteriores y posteriores con recubrimiento de porcelana feldespática. Monolítica y Maquillada. Puente anteriores y posteriores.	900 - 1200

Tabla 01: Tipos de cerámicas según su resistencia

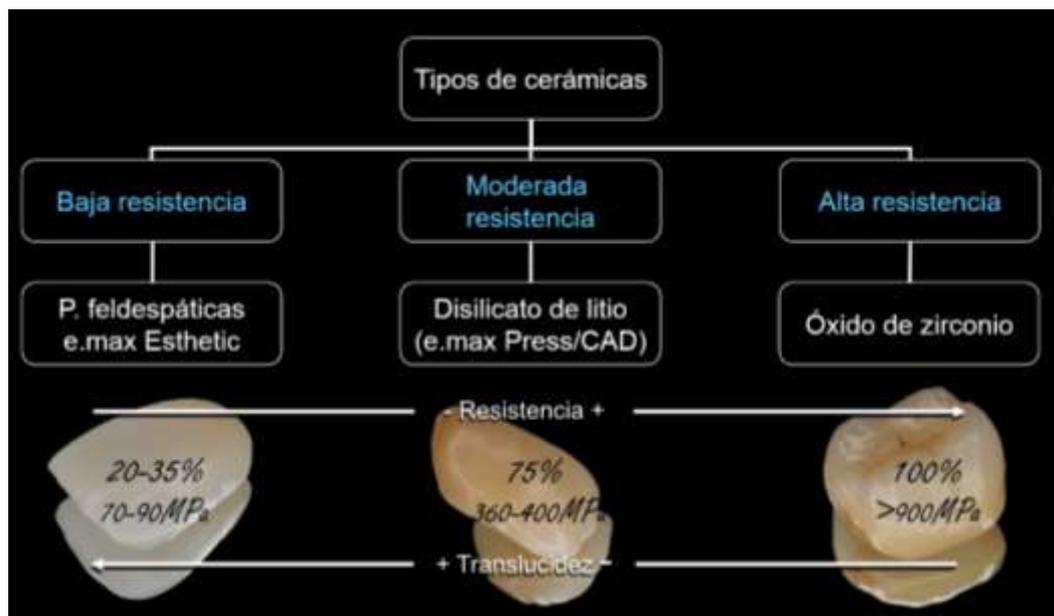
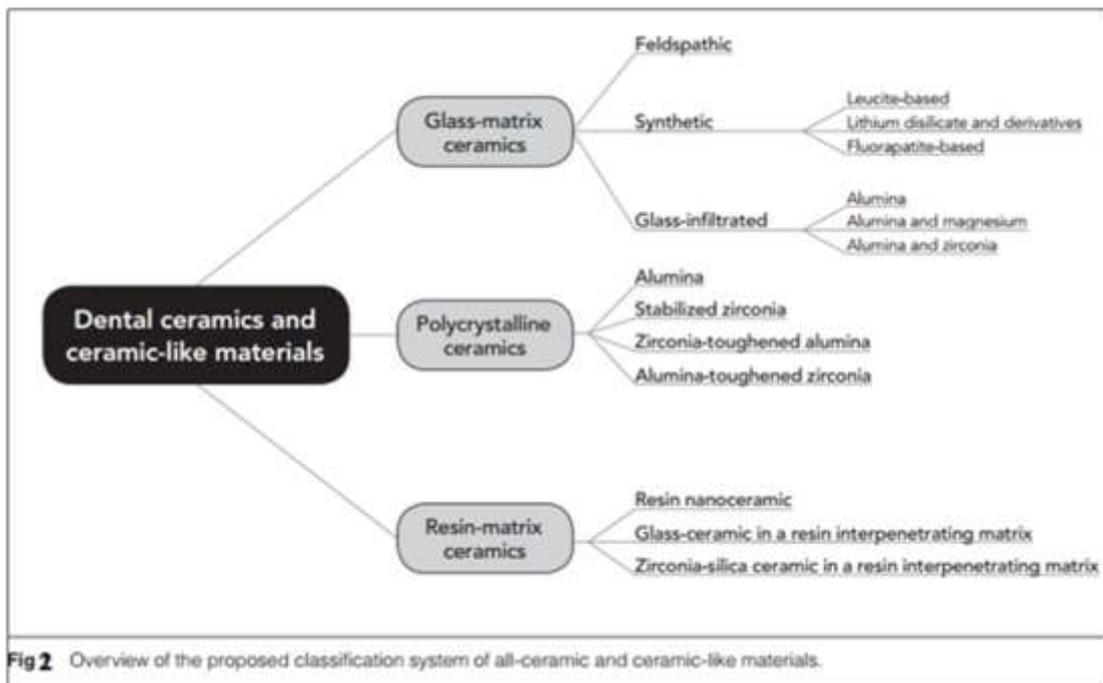


Fig. 01: Tipos de cerámicas según su resistencia y su translucidez

UN NUEVO SISTEMA DE CLASIFICACIÓN PARA MATERIALES RESTAURACIÓN DE CERÁMICA SIN METAL Y MATERIALES SIMILARES A LA CERÁMICA (A New Classification System for All-Ceramic and Ceramic-like Restorative Materials).

Los autores propusieron un nuevo enfoque para la clasificación de materiales cerámicos de restauración en tres familias (fig. 2), en base a la presencia de atributos específicos en su formulación, como sigue⁴: a) **CERÁMICAS DE MATRIZ VIDRIO**: Materiales cerámicos inorgánicos no metálicos que contienen una fase de vidrio. (Feldespáticas, Sintéticas, Vidrio infiltradas). b) **CERÁMICAS POLICRISTALINAS**: Materiales cerámicos inorgánicos no metálicos que no contienen ninguna fase de vidrio (Alúmina, Zirconia estabilizado, Zirconia reforzado con Alúmina y Alúmina reforzado con zirconio). c) **MATRICES DE RESINA INFILTRADAS CON CERAMICA**.- Polímero y matrices que contienen compuestos inorgánicos refractarios predominantemente que pueden incluir porcelanas, vidrios, cerámicas y vitrocerámicas. (Resinas nanocerámicas, cerámicas de vidrio con infiltración de cerámica y zirconio sílica.)





2.3. EL ZIRCONIO EN PROTESIS FIJA CONVENCIONAL:

2.3.1. DEFINICIÓN DEL ZIRCONIO:

EL nombre “zirconio” identifica al bióxido de zirconio, ZrO_2 . El zirconio (Zr), identificado también en las rocas lunares, es un elemento común en la corteza terrestre, es el decimoséptimo en la escala de abundancia relativa y es más abundante que los elementos considerados comunes como el cobre, estaño, plomo o zinc. Los minerales de zirconia se conocen de tiempo atrás, en particular el zircón, usado hoy como gema. Una variedad de zircón berbellon conocido en la antigüedad con el nombre de “giacinto”, es citado como el undécimo entre las piedras preciosas que constituyen los muros de la Jerusalén Celeste en el Apocalipsis de San Giovanni.²

En estado metálico, el zirconio es utilizado en aleaciones con hierro, níquel y niobio (Zircalloy, Zircadyne); se caracteriza por su resistencia a la corrosión y buena conductibilidad térmica y se utiliza para la reconstrucción de intercambiadores de calor y reactores. La zirconia, o silicato de zirconio ($ZrSiO_4$), se utiliza como materia prima natural en la realización de cerámicas para estructuras de óxido de zirconio. El óxido de zirconia o bióxido de zirconia (ZrO_2) se define al óxido de zirconio natural (badeleyita), presente en la naturaleza en forma monoclinal; sustancia que fue aislada por el químico alemán Martin Heinrich Klaproth en 1789, pero es un material impuro no indicado como materia prima para la realización de cerámicas para estructuras. El bióxido de zirconia estabilizado en forma tetragonal es la cerámica técnica, denominada zirconio y está disponible como: Tetragonal zirconia polycristal (Y_TZP) (conocido como ZIRCONIA), estabilizado a través del agregado de óxido de itrio. (Y_2O_3). Partially stabilized zirconia, estabilizado a través del agregado de óxido de magnesio y óxido de calcio (MgO , CaO).⁵



2.3.2. EL ZIRCONIO EN ODONTOLOGIA:

Los primeros estudios relativos al uso del zirconia en odontología contemplan los revestimientos cerámicos como protección contra la corrosión de los implantes para mejorar la Biocompatibilidad en la cavidad oral. En 1975 fue publicado en Nature el trabajo de Garvie y col. que con su título (¿ACERO CERÁMICO?) anunciaba el descubrimiento de la posibilidad de estabilizar a temperatura ambiente la fase tetragonal de la zirconio y demostraba cómo explotando la transición de fase tetragonal monoclinica era posible obtener un material cerámico estructural tenaz, en el grado tal de disipar la energía de fractura, propiedad hasta ahora poseída solo por los materiales metálicos. El primer trabajo en la línea de investigación se debe a Minamizato, que en 1990 reportó resultados obtenidos en la fabricación de los implantes tipo llama en zirconio empleando un proceso de conformado para el colado o barbotina seguido por un trabajo superficial con láser Nd: YAG, mientras el año siguiente aparece el trabajo de Springate y Wuichester, relativo a la fabricación y características de los brackets ortodónticos en zirconio. En los años siguientes se propusieron los pernos intrarradiculares en zirconia, coronas realizadas con la técnica CAD/CAM, abutment sobre implantes, pónicos y estructuras para prótesis dentales. **Los usos del zirconio:** Es un refractario óptimo, caracterizado por un punto de fusión muy elevado (cerca de 2.700°C) y por una resistencia elevada al ataque químico de ácido y bases fuertes. Gracias a estas propiedades se usa para la realización de componentes destinados operar en ambientes agresivos en condiciones operativas severas (partes mecánicas sujetas al desgaste, componentes para motores a combustión). Debido a su mayor duración las láminas de circonio sustituyen los utensilios de acero para el corte de materiales, se usan en cintas magnéticas, películas de plástico y hasta filtros para cigarrillos. Por sus propiedades de conducción iónica a altas temperaturas el zirconio se usa como electrolito solido en células de combustible y en los sensores de oxígeno. La zirconia también es usa en una cantidad de productos cotidianos como desodorantes, los filamentos de las lámparas incandescentes y como gema sustituye a los diamantes preciosos.²



2.3.3. TIPOS DE ZIRCONIO.- Existen numerosos materiales cerámicos que contienen oxido de zirconio, pero solo tres están disponibles en el mercado odontológico: a) La zirconia tetragonal policristalino estabilizado con Itrio (Y-TZP), b) El estabilizado parcialmente con magnesio y c) El zirconio reforzado con alúmina. El Y-TZP es la forma más utilizada en odontología por su alta resistencia flexural reportada en un rango de 900 a 1.200 MPa. Estos materiales presentan diversas características en término de comportamiento mecánico, estabilidad de forma y facilidad de trabajo².

2.3.4. PROPIEDADES DEL ZIRCONIO:

El uso de cerámica en odontología se debe a las excelentes propiedades estéticas, ópticas a la estabilidad in vivo de estos materiales. Su uso está limitado por sus propiedades mecánicas y en modo particular por su tenacidad limitada (fragilidad).²

En la tabla 01 se resume las propiedades mecánicas de los cuatro tipos de zirconia: Donde la Zirconia totalmente estabilizado (FSZ, fully stabilized zirconia) y la zirconia parcialmente estabilizado (PSZ, partially stabilized zirconia) son obtenidos introduciendo óxidos estabilizantes (CaO, MgO, etc.). En la actualidad son utilizadas en el ámbito industrial y en el pasado se empleaban en ortopedia. La zirconia totalmente estabilizada o zirconia tetragonal policristalino (TZP o tetragonal zirconia polycrystal) es estabilizado agregando de 2 a 3 mol% de óxido itrio (Y₂O₃), igual al 4 a 6 % del volumen, para obtener una microestructura con propiedades mecánicas elevadas⁵.

PROPIEDADES	Mg-PSZ	CA-PSZ	Y-PSZ	Y-TZP	Ce-TZP	ZTA*
% en peso de óxido estabilizante	2,5 -3,6	3,0 - 4,5	5 - 10	2 - 3	12 - 15	Al ₂ O ₃ : 85% ZrO ₂ : 15 %
Dureza de Vickers (GPa)	10 - 14	14 -17	8 - 12	10 - 12	7 - 10	1750
Módulo de Young (Gpa)	170 - 210	200 - 210	180 - 220	120 - 200	140 - 400	310
Resistencia a la flexión(MPa)	440 - 720	400 - 650	650 - 1000	800 - 1300	500 - 800	760
Tenacidad a la fractura (MPa m ^{0.5})	6 - 20	6 - 12	6 - 8	6 - 15	6 - 30	6 - 12

Tabla 01: Propiedades mecánicas de cuatro tipos de zirconia

SISTEMA	FABRICANTE	MATERIAL	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (MPa)	TENACIDAD A LA FRACTURA (MPa/mm ^{1/2})
EMPRESS II	IVOCLAR	DISILICATO DE LITIO	300 - 400	2.8 - 3.5
IN-CERAM ALUMINA	VITA ZAHNFABRIK	ALÚMINA + VIDRIO	235 - 600	3.1 - 4.6
IN- CERAM ZIRCONIA	VITA ZAHNFABRIK	ALÚMINA + VIDRIO + 35% ZIRCONIO PSZ	420 - 800	6 - 8
PROCERA ALL - CERAM BRIDGES	NOBEL BIOCARE	ALÚMINA PURA	490 - 700	4.5 - 6
CERCON	DENTSPLY	Y - TZP	900 - 1.200	9 - 10
DCS PRECIDENT	DENTSPLY	Y - TZP	900 - 1.200	9 - 10
LAVA	3M-ESPE	Y - TZP	900 - 1.200	9 - 10

TABLA 02: Propiedades de los materiales cerámicos para las aplicaciones odontológicas (Meyenberg y Col. 1994)

2.3.5. LA ESTRUCTURA DEL ZIRCONIO.

El retículo cristalino del zirconio está caracterizado por tres formas cristalográficas distintas, una propiedad conocida como polimorfismo. Tales formas o fases son: la monoclinica (m), a cúbica(c) y la tetragonal (t), cada una caracterizada por parámetros dimensionales y geométricos específicos (fig.3)².

A) **MONOCLÍNICA:** El zirconio puro a temperatura se encuentra en fase monoclinica. Esta forma cristalográfica es estable hasta cerca de los 1.170°C, al superar esta temperatura el retículo pasa a la forma tetragonal y luego a la forma cubica. Con un comportamiento mecánico reducido que contribuye a una disminuida cohesión de las partículas cerámicas y por lo tanto de la densidad. B) **TETRAGONAL** (1.170-2.370 °C). Que permite una cerámica con propiedades mecánicas mejoradas. C) **CÚBICA** (2.370° C). Al punto de fusión con propiedades mecánicas moderadas. Las características de estas transformaciones de fases son específicas de la tipología “martensitica” en metalurgia y por tanto: Tiene lugar sin que ocurra un transporte de materia. Ocurre un rango de temperatura y no a una temperatura exacta. Implica un cambio de forma del retículo. Las transformaciones de fases son reversibles e implican una expansión del retículo de c→t de aproximadamente 2.5vol% y de t→m del 3 /4 vol%. La transformación de fase monoclinica a tetragonal que ocurre en el rango 1.050 – 950°C durante el enfriamiento de la temperatura de sinterización (1.300- 1.500°C) representa el punto crítico del zirconio puro: ciertamente la dilatación debida a la transformación de fase genera en los trazos de la zirconia tensión pura que causa la ruptura.

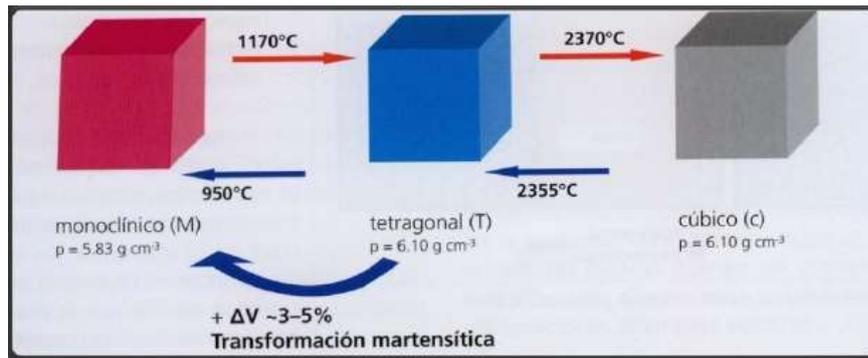


Fig. 03. Temperaturas de transición de fase⁵.

2.3.6. INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DEL ZIRCONIO

Indicaciones: Para la selección de este material deberán presentarse las siguientes condiciones: superar los 18 años de edad, tener relaciones oclusales armónicas, presentar salud gingival, periodontal y periapical, así como tener un buen estado de salud oral. Las condiciones del pilar, deberá tener una altura superior a 4 mm en sentido gíngivo-oclusal antes de iniciar la preparación dentaria, debido a las exigencias físico mecánicas a las que será sometida la estructura. El criterio de selección es similar a una prótesis fija convencional, aunque debe tomarse en consideración el área para los conectores, la cual debe ser de 6 mm² a nivel anterior y 9 mm² en el sector posterior, no pudiendo ubicarse los valores por debajo de estas referencias. Y las **contraindicaciones** son: No está indicado en pacientes que presenten evidencias de parafunción severa. También quedan excluidos los pacientes que presenten malas condiciones de higiene oral, un estado de salud general adverso, o alergia a alguno de los materiales a utilizar. No está indicada en pilares cuya altura gíngivo-oclusal sea inferior a 4 mm y/o que presenten pérdida de resistencia estructural.⁶

2.3.7. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL ZIRCONIO:

La corona de zirconio se usó por la primera vez en 1998 en la clínica dental de la Universidad de Zúrich (Suiza), y desde entonces su popularidad aumentó continuamente. La corona de zirconia se llama también corona de circonio, corona de óxido de zirconio, funda de zirconio, dientes de zirconio. Las ventajas de las coronas de óxido de zirconio son más ligeras que las de metal-cerámica (50% más



resistentes). Es 100% libre de metal. No provoca ningún tipo de alergia. Es absolutamente compatible con el organismo humano (biocompatible). Limitan la adherencia de la placa dental. No es trasparente a la luz en comparación con la porcelana pura, por lo que también los dientes grises cuando están revestidos, pueden volverse muy estéticos. La corona de zirconia tiene también una baja conductividad térmica (porque es libre de partes metálicas), por eso puede comer comida caliente o fría sin probar sensaciones desagradables a causa de la temperatura. Es sumamente estético, ya que al ser un color blanco y translucidez de la zirconia permite el uso de las coronas para un periodo más largo. Con estas coronas nunca será visible el metal, incluso si se retira la encía o se rompe un trozo de cerámica (“sombra”, ni el efecto “borde metálico”). La única desventaja es el costo alto en comparación con las de metal-cerámica o de cerámica pura. Eso se debe al material que es caro, a la tecnología de producción muy complicada y compleja que requiere protésicos dentales con competencias adecuadas y altas⁹.

2.3.8. PRINCIPIOS DE DISEÑO EN PROTESIS FIJA DE OXIDO DE ZIRCONIO

El Dr. Ernest Mallat Callis publicó un artículo titulado **“Diseño y consideraciones clínicas sobre el uso de óxido de zirconio en prótesis fija sobre dientes y sobre implantes (I)”**. Donde el refiere que la magnitud del tallado del borde incisal dependerá siempre de dos factores: Del grosor del diente a tallar y del tipo de restauración a colocar (Metal cerámica o totalmente cerámica). Cada material, para poder aportar la máxima estética y resistencia, requiere disponer de un mínimo grosor. Estos mínimos grosores son los siguientes: **Metalcerámica con aleación noble:** 1.5mm (1mm: Porcelana y 0.5mm metal) en cada pared dentaria, pero puede reducirse a 0.5mm en la cara palatina si ésta se hace totalmente metálica. **Metalcerámica con aleación no noble:** 1.3mm (1mm: Porcelana y 0.3mm: metal) en cada pared dentaria, pero puede reducirse a 0.3mm en la cara palatina si ésta se hace totalmente metálica. **Totalmente cerámica:** De 1.2 mm a 1.5 mm en cada pared dentaria, según se trate de cerámicas de alta resistencia (p.e. óxido de zirconio) o E.max Press del esmalte). Las dimensiones del muñón (borde incisal del muñón tenga un grosor: 1mm). La parte del muñón que nos condiciona más es el

grosor de su borde incisal. No puede ser excesivamente fino ya que de lo contrario se podrá romper en el modelo de escayola pero, además, las máquinas que fresan óxido de zirconio no son capaces de reproducir ángulos agudos. Para realizar el correcto diagnóstico utilizaremos un calibrador de grosores y mediremos el grosor de los dientes anteriores a tallar. Una restauración totalmente cerámica con cofia de óxido de zirconio tendremos que reducir el borde incisal del diente en cuestión hasta una altura en la que el grosor del diente antes de tallar las caras vestibular y palatina sea de 3.4mm:1.2mm de corona por vestibular, 1mm del borde incisal del muñón y 1.2mm de corona por palatino (figs.4a, 4b y 4c).⁷

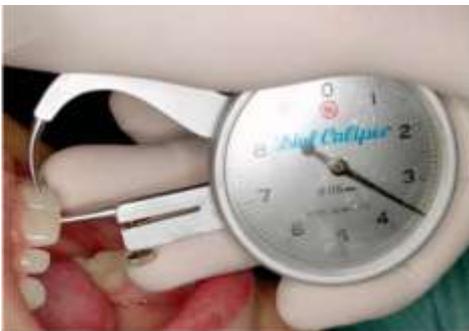


Fig 4a Incisivo central superior cuyo borde incisal deberá ser reducido hasta el nivel que marca el calibrador de grosores si queremos colocarle una corona de óxido de zirconio

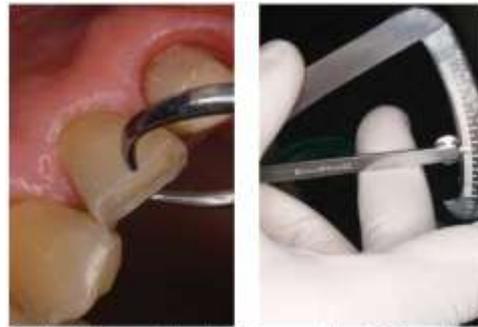


Fig 4b y 4c El grosor del borde incisal a este nivel es de 3.5mm, el necesario para poder alojar 1.2mm de la cofia de óxido de zirconio y de la porcelana de recubrimiento tanto por vestibular como por palatino y que quede un grosor suficiente de borde incisal del muñón

Para una corona E.max Press tendremos que ser más agresivos en el tallado del borde incisal del mismo diente ya que deberemos reducirlo hasta que el grosor del diente antes de tallar las caras vestibular y palatina sea de 4.0mm (1.5mm: corona vestibular, 1mm: borde incisal del muñón y 1.5mm: Corona por palatino (fig.5).



Fig 5 Si en el mismo paciente de la fig 4a nos planteáramos poner una corona de metalporcelana con aleación noble y cara palatina de porcelana o una corona de E.max Press deberíamos reducir el muñón hasta la altura que nos marca el calibrador de grosores ya que es en ese punto que disponemos de 4mm de grosor. La altura del muñón residual sería del todo insuficiente desde un punto de vista de retención de la restauración definitiva

En clínica: Primera cita, tomaremos el calibrador y mediremos el grosor del o de los dientes en cuestión, empezando en la porción media del tercio incisal y desplazándolo hacia gingival (Habrà que tallar el borde incisal 2mm). Cuando se trata de dientes que llevan unas coronas deficientes, lo que mediremos será el grosor de los provisionales una vez estén correctamente ajustados de oclusión (fig.6), es decir, cuando la guía anterior de la prótesis provisional sea armónica con los factores fijos de la oclusión.



Fig. 6 Puente provisional correctamente ajustado de oclusión y en el que la guía anterior es armónica con los factores fijos de la oclusión



Fig. 7 En el mismo caso de la fig.6 determinamos a que altura de la corona provisional tenemos un grosor de 3.4mm (los necesarios cuando realizamos restauraciones de óxido de zirconio)

En este momento, nos desplazaremos desde el tercio incisal hacia gingival y, teniendo en mente el grosor requerido según el tipo de restauración, determinaremos la magnitud de la reducción incisal según el tipo de restauración que queremos colocar (fig.7).



Fig. 8 Marcaremos con un rotulador de tinta indeleble una señal que indique la altura deseable del muñón

Marcaremos con un rotulador de tinta indeleble una señal que indique la altura deseable del muñón en la cara vestibular del provisional (fig.8).



Fig.9 Medimos con una sonda periodontal la distancia entre la encía marginal y la señal de la cara vestibular

Una vez retirado el provisional, comprobaremos si la altura del muñón tal y como está es adecuada o conviene modificarla (fig. 10).



Fig.10 Una vez retirado el provisional, comprobamos que el muñón es demasiado alto y conviene rebajarlo casi 1.5mm en altura.

En este tipo de pacientes nunca nos podemos comprometer de entrada a colocar un tipo de restauración, p.e. óxido de zirconio, sin haber medido antes el grosor de los provisionales correctamente ajustados de oclusión. No tomar la impresión definitiva hasta que hayamos ajustado correctamente la guía anterior del provisional y midamos con un calibre el grosor del mismo tanto por vestibular como por lingual. En primer lugar, colocaremos en boca el puente provisional que nos ha confeccionado el laboratorio e iniciaremos el control de la oclusión con el test táctil del golpe traumático. Para llevarlo a cabo se pone la yema del dedo índice a nivel cervical del diente a valorar manteniendo una parte sobre la encía y otra sobre el diente. Se le pide al paciente que, en primer lugar y repetidamente, abra y cierre en máxima intercuspidad. Si notamos un golpeteo con el dedo indicará que hay golpe traumático y deberemos retocar los contactos de máxima intercuspidad hasta que desaparezca. En segundo lugar, le pediremos al paciente que realice movimientos excéntricos y valoraremos con el dedo si se detecta o no un golpe traumático. En caso afirmativo, retocaremos la cara palatina de los dientes implicados hasta que finalmente desaparezca el golpe traumático.

La clave de la oclusión es el golpe traumático y, la ausencia del mismo en máxima intercuspidad o durante los movimientos contactantes, garantizará el éxito de

nuestro tratamiento. El primer signo es el golpe traumático. Un segundo signo será la disolución del cemento provisional de alguno de los pilares en un periodo corto de tiempo (fig.11).

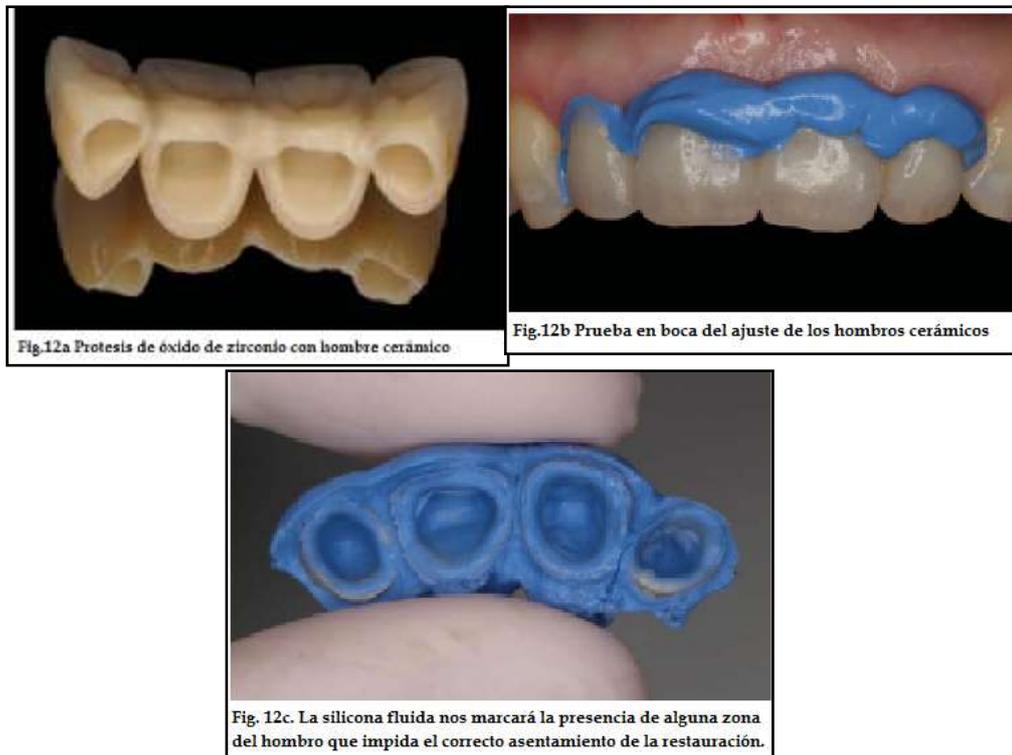


Un tercer signo será el descementado del puente provisional (de hecho, ocurre cuando la disolución del cemento provisional es prácticamente completa dentro de las coronas del puente). En el momento en que el ajuste de los provisionales sea correcto, y antes de tomar las impresiones definitivas, mediremos con un calibre el grosor del provisional a lo largo de toda la cara palatina en cada uno de los dientes tallados y también por toda la cara vestibular. De esta manera comprobaremos si hemos tallado lo suficiente o si en alguna zona debemos profundizar más el tallado con el objeto de garantizar el mínimo grosor de material restaurador.

Esta maniobra tan sencilla es fundamental si no queremos comprometer el éxito estético y/o funcional de la prótesis. Mediremos el grosor sin retirar el cemento provisional ya que el espacio que ocupa éste también será utilizado en parte por el material de la corona. En aquellas zonas donde el grosor sea inferior al de la corona definitiva volveremos a tallar.

2.3.6. ASPECTOS QUE HAY QUE TENER EN CUENTA EN LA MANIPULACIÓN CLÍNICA DE LA PRÓTESIS DE ÓXIDO DE ZIRCONIO:

El Dr. Ernest Mallat Callis nos recomienda que en primer lugar, durante la fase de prueba de las cofias y puentes de óxido de zirconio, es conveniente *valorar si asientan completamente* en los dientes pilares así como *el ajuste marginal*. A veces nos encontramos con que la corona está a punto de asentar completamente pero le falta muy poco. Una posibilidad es que el *hombro cerámico* interfiera en algún punto con el margen de la preparación e impida que asiente correctamente la restauración. Para detectar qué parte del hombro cerámico interfiere podemos utilizar siliconas fluidas para toma de impresiones, que colocaremos en las cofias y nos la hará evidente (figs.12a, 12b y 12c). En cualquier caso, si falta muy poco para que la corona asiente podemos recurrir a ligeros retoques con fresa de diamante fino de turbina⁷.



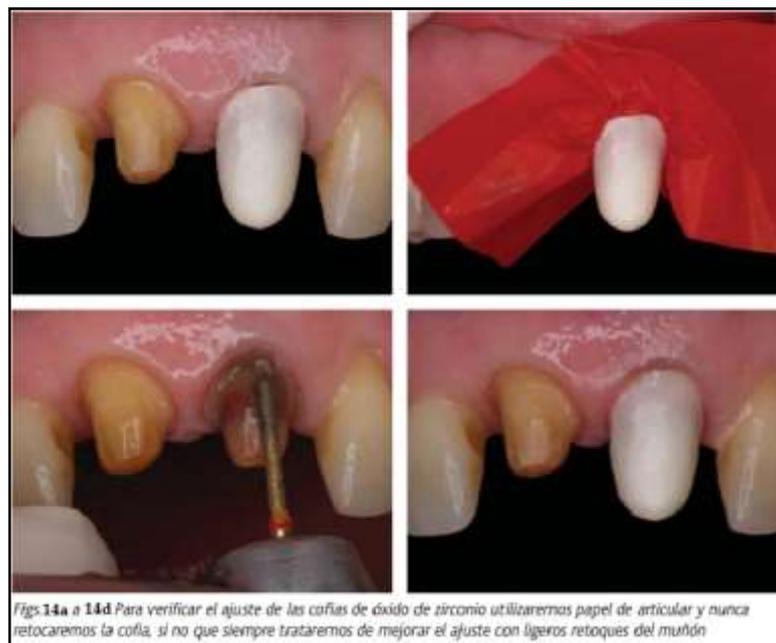
En ningún caso retocaremos la corona de óxido de zirconio ya que se ha podido comprobar cómo se generan fisuras por acción de las fresas de diamante sobre la superficie de óxido de zirconio, lo que conlleva una reducción en la resistencia a

la flexión de hasta el 40% (Kosmac y col. 1999), además de que el aumento importante de la temperatura debido a la fricción provoca la transformación del óxido de zirconio de la fase tetragonal a la monoclinica, perdiéndose el mecanismo de refuerzo por transformación (fig.13).



Fig. 13 Si se retoca el óxido de zirconio con turbina se puede observar como saltan continuamente chispas, lo que indica las altas temperaturas que se generan. Esto puede provocar la transformación del óxido de zirconio de la fase tetragonal a la monoclinica

Por este motivo cuando se quiera mejorar el asiento de una corona de óxido de zirconio retocaremos siempre los dientes. En este caso utilizar papel de articular es idóneo ya que es el único sistema que también nos marcará en el pilar. Así, colocaremos una hoja pequeña de papel de articular de 20 micras sobre el muñón y trataremos de asentar a continuación la cofia. El papel marcará aquellas zonas que interfieran en el correcto asentamiento de la cofia y las retocaremos con una fresa de diamante de grano fino (figs.14a a 14d).



Figs 14a a 14d Para verificar el ajuste de las cofias de óxido de zirconio utilizaremos papel de articular y nunca retocaremos la cofia, si no que siempre trataremos de mejorar el ajuste con ligeros retoques del muñón

Conclusión: Evitar retocar el óxido de zirconio por que el fresado disminuye la resistencia a la flexión y a la fractura. En caso de que no quedara más remedio, usaremos fresas nuevas de diamante con alta refrigeración. Las dos razones que señalábamos para no dejar óxido de zirconio expuesto en las caras palatinas de dientes anteriores son que produce excesiva abrasividad para el antagonista y mayor probabilidad de desprendimiento de la porcelana de recubrimiento. Cuando se ha producido una ligera recesión gingival alrededor del diente a restaurar, será necesario modificar la preparación del margen desplazándolo más hacia gingival, apareciendo entonces un desajuste con la porcelana del hombro. En ambos casos, tomaremos un registro del margen con compósito fluido fotopolimerizable. Luego se aplica el compósito sólo en la zona marginal de la prótesis y se inserta en boca. Para conseguir una correcta fotopolimerización es preferible recurrir a un compósito de un color claro (los colores más oscuros dificultan la difusión de los fotones a través del compósito. Después de fotopolimerizar 40 segundos en boca, se retira la prótesis, fotopolimerizamos 40 segundos más fuera de la boca desde gingival y comprobamos que el compósito fluido reproduce todo el margen (figs.15a, 15b y 15c).





Aunque pueda sorprender, el compósito fluido del interior de la corona fotopolimeriza, seguramente debido a fenómenos de refracción ya que la polimerización directa es imposible a causa de la opacidad de las cofias de óxido de zirconio. Ya en el laboratorio, se puede vaciar con silicona de alta dureza y se sustituye el compósito fluido con porcelana dentina de baja fusión quedando el margen de porcelana definitivamente ajustado (fig.16). El cementado: En cuanto al tipo de cemento, en las situaciones en las que predominen fuerzas transversales (con combinación de fuerzas de compresión por vestibular y fuerzas de tracción por palatino), como ocurre en los dientes anteriores, será preferible utilizar cementos cuya resistencia a la tensión diametral sea elevada. En este sentido, la mayor indiscutiblemente es la que se consigue con los cementos de resina (Li y White 1999), siendo su resistencia a la tensión diametral diez veces superior a la de los cementos convencionales y triplica la de los ionómeros de vidrio modificados con resina (IVMR). Los IVMR superan de forma clara a los ionómeros de vidrio convencionales gracias a la matriz de resina que da lugar a un descenso claro en el módulo de elasticidad. La falta de fricción (cofias, coronas de zirconio y las paredes del muñón) es sinónimo de mayor holgura de la corona y, por tanto, de mayor espacio entre ésta y el muñón. En estas condiciones será fundamental utilizar un cemento de resina que podrá paliar la pérdida de retención por fricción. Recientemente han aparecido cementos de resina autoadhesivos/autograbantes (p.e. Clearfil SA Cement de Kuraray, Maxcem Elite de Kerr, RelyX Unicem de 3M-ESPE, G-Cem de GC, BisCem de Bisco) como alternativa a los cementos de resina que podríamos llamar convencionales (con primer autograbante y adhesivo previos a su aplicación)⁷.

2.3.7. FACTORES QUE DETERMINAN LA SUPERVIVENCIA CLINICA EN LAS RESTAURACIONES DE ZIRCONIO.

Son muchos los factores que influyen en el éxito a largo plazo de las restauraciones de prótesis fija completamente cerámicas y que deben ser tenidos en cuenta en la realización de un correcto plan de tratamiento y desarrollo del mismo. Los factores que influyen en la supervivencia clínica de este tipo de prótesis son las siguientes:

a) **Biocompatibilidad del material empleado.** Se define como la capacidad de un material de producir una respuesta apropiada por parte del huésped en una aplicación específica. Muchos de los datos reportados sobre la zirconia demuestran la ausencia de toxicidad aguda de la cerámica en polvo o en forma de disco sobre diferentes líneas celulares: Macrófagos, linfocitos, fibroblastos y osteoblastos.². Las cerámicas son materiales muy biocompatibles debido a sus características microestructurales que además permiten una superficie muy lisa evitan así el acúmulo de placa (zirconia es biocompatible)⁸.

b) **Resistencia a la fractura del material empleado.** La resistencia a la flexión se define como la capacidad de un material para ser deformado elásticamente. Para uso clínico se recomienda utilizar siempre un material adecuadamente resistente para las características mecánicas de la zona donde va a ser utilizado. En la Fig.17. se muestran los valores de resistencia de los diferentes sistemas cerámicos.

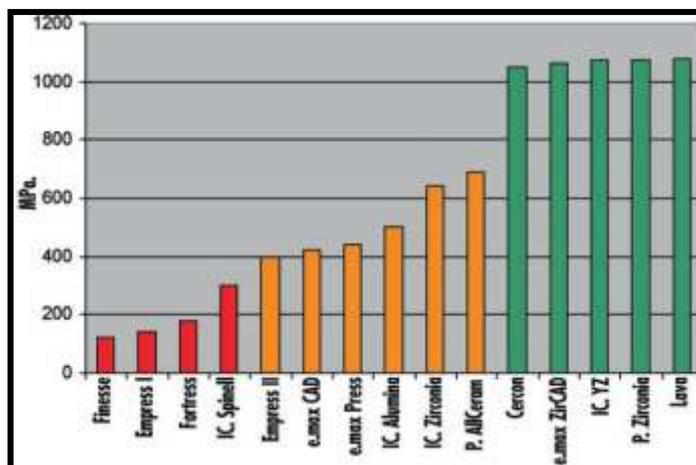


Fig. 17: Valores de resistencia de los diferentes sistemas cerámicos. (ISO 6862)



Así, las cerámicas feldeespáticas de alta resistencia poseen una resistencia a la flexión de 100-300 MPa (Coronas unitarias del sector anterior). Dentro de estas cerámicas, la cerámica de disilicato de litio (IPS e.max® Press) por sus características mecánicas mejoradas permite ser utilizada en puentes de tres unidades donde el diente más posterior a sustituir sea un 1er premolar. Las cerámicas aluminosas de alta resistencia poseen una resistencia a la flexión de 300-700Mpa, lo que permiten que sean usadas en sectores anteriores y posteriores en coronas y puentes de tres unidades, donde el diente más posterior a reponer sea un 2º premolar. Las cerámicas de óxido de circonio debido a su alta resistencia a la fractura (por encima de los 1000 MPa), permite extender su uso a sectores posteriores, tanto en restauraciones unitarias como puentes de tres o más unidades.

c) Cementado de las restauraciones. La función de los cementos en prótesis fija es retener la restauración cementada y evitar la filtración entre el material cementante y el diente. La cementación es una fase crucial para determinar el éxito de la restauración y es responsable del sellado del margen y de la retención o de la adhesión de la pieza pilar, influye en el comportamiento mecánico completo del sistema diente/restauración. La regla para el cementado de las restauraciones en zirconia consiste, con el previo baño de arena con microesferas de óxido de aluminio (50 a 70µ). Para el cementado de la zirconia se utilizan tres técnicas diferentes: a) Cementado convencional con ionomero de vidrio (GIC), con baño de arena previo. b) Cementado con cemento de autofraguado o autoadhesivo, con baño de arena previo. c) Cementado con cemento autofraguable o autoadhesivo, con tratamiento triboquímico previo. (silica-coating) y silanización⁵.

SISTEMA	CEMENTOS ADHESIVOS	CEMENTOS AUTOADHESIVOS	CEMENTO CONVENCIONAL
C. FELDESPATICA	+		
C. REFORZADA CON LEUCITA	+	+	
DISILICATO DE LITIO	+	+	
ALUMINA INFILTRADA CON VIDRIO	+	+	
ALUMINA PURA		+	+
ZIRCONIA		+	+

Tabla 03: Cementos en relación a los materiales.



d) Ajuste marginal de las restauraciones. Se entiende por ajuste marginal la exactitud con que encaja una restauración de prótesis fija sobre una línea de terminación previamente tallada, mediante un instrumento rotatorio diamantado de alta velocidad. La falta de sellado marginal es uno de los principales motivos de fracaso en prótesis fija. El ajuste marginal de las restauraciones cerámicas aceptado clínicamente por la mayoría de los autores oscila entre 100-120 μm . Todos los estudios consultados muestran ajustes marginales por debajo de estas medidas, excepto Sulaiman y cols., que obtienen ajustes marginales de 161 μm para coronas de In-Ceram. Son muchos y muy estudiados los factores que influyen en la obtención de un correcto ajuste marginal como: el diseño de la preparación, la técnica confección de la prótesis y su cementado, entre otros. Actualmente, se recomienda para las prótesis totalmente cerámicas, líneas de terminación en hombro redondeado o chanfer y su cementación mediante cementos de resina.¹⁰



DISCUSIÓN

- Según la revisión bibliográfica, las prótesis fijas metal-cerámicas han mostrado una tasa de éxito del 85% a 10 años. Actualmente, numerosos estudios de seguimiento han demostrado que la zirconia presenta las propiedades mecánicas adecuadas para ser utilizada en prostodoncia fija.⁶
- En el estudio realizado por Guazzato M y col. tenían un coeficiente de expansión termal (CET) compatible con los materiales de Y-PSZ (Zirconia parcialmente estabilizado con Itrio). El análisis de regresión múltiple mostro que la velocidad de enfriamiento, el espesor y el material se asociaron con el desarrollo de grietas espontáneas. Sorprendentemente, aun cuando se siguió programa de cocción del fabricante, se observaron grietas en dos de los 6 sistemas(VM9-O- 1.5A y 2.5A, 2.5A Y ZI)¹¹
- En el estudio realizado por Irena Sailer y col. dice que la tasa de éxito de la dentaduras parciales fijas (DPF) posteriores con estructura de zirconia fue de 97.8% a los 5 años. Cuando se introdujo la zirconia como material de soporte para las DPF, sus excelentes propiedades físicas llevaron a asumir que podían emplearse con éxito para la fabricación de reconstrucciones en cerámica para sustituir a los molares y premolares¹².
- En el estudio que realizaron Martha Cecilia Mendoza Villamizar y col. observaron que la deslaminación de la cerámica no es directamente proporcional al grosor y que el dióxido de circonio presenta una resistencia al cizallamiento baja.¹³
- En la investigación bibliográfica realizada por Elie E. Daou [PudMed y Elsevier] nos dice: Que la zirconia está indicado en puentes posteriores por sus propiedades mecánicas.¹⁴
- María P. Salido y col., dice que la tasa de supervivencia de zirconia posterior basado en cuatro unidades fue 76,5% después de 4 años.¹⁵
- En su investigación Érika A., Pineda Duque y col. Nos dice que hoy en la actualidad hay muy poca evidencia de restauraciones en circona para el sector



anterior, la mayoría se enfocan en evaluar su comportamiento en PPF del sector posterior, lo que evidencia la gran limitante que posee este sistema cerámico para brindar unas propiedades ópticas y estéticas favorables para el sector anterior. Ellos concluyen que las PPF totalmente cerámicas basadas en zirconia presentaron un comportamiento clínico satisfactorio con una tasa de éxito del 92%.¹⁶

- En su investigación que realizó el Dr. Javier Casas Terrón nos dice que la necesidad de encontrar un material que permitiera aunar una estética elevada incluso en situaciones de muñones teñidos, excelentes características biológicas y unas propiedades mecánicas suficientes para los sectores posteriores condujo, a finales de los años 80 del siglo pasado, a la aparición de las primeras restauraciones basadas en el óxido de aluminio y, 10 años después, a las basadas en el óxido de circonio.¹⁷
- En su investigación realizada Takashi Miyazaki y col. nos dice que en términos de resistencia mecánica y las propiedades físicas, no hay duda de la superioridad del óxido de circonio. Cuando se usa zirconia para restauraciones dentales estéticas tales como coronas y puentes, por lo general el recubrimiento es con porcelana feldespática, porque el circonio tiene una translucidez insuficiente. Recientemente, se ha introducido el circonio altamente translúcido en la odontología. Con el fin de evitar el desgaste del esmalte antagonista debe de realizar el pulido debe realizarse en el laboratorio dental y en la cavidad oral para el ajuste oclusal.¹⁸



CONCLUSIONES

De acuerdo a la revisión de los estudios de investigación sobre los nuevos avances de los materiales de restauración odontológica permiten ver cuán avanzado se encuentra la odontología actual como ciencia. Entre estos avances tenemos que mencionar el paso gigantesco y evolucionado que se ha dado con los materiales cerámicos cabe mencionar el OXIDO DE CIRCONIO:

- El uso del zirconio no fué el más adecuado por las características naturales propias de este material.
- Hoy en día podemos decir que para las coronas libres de metal con núcleo de zirconio son las más óptimas para ser utilizadas por sus propiedades ópticas y mecánicas.
- Es biocompatible con la mucosa oral y por ser un material blanco y translúcido nos permite realizar prótesis de aspecto más natural y luminoso.
- Por su resistencia mecánica está indicado para la región posterior siguiendo las indicaciones correspondientes del fabricante.
- En la actualidad el zirconio como material protésico está muy limitado por su elevado costo debido a la utilización del equipo de alta tecnología y preparación de los operadores.



BIBLIOGRAFIA

1. Aragón Mariño, T. “Cambio Estético en Prótesis Parcial Fija” (INTERNET). Disponible en: www.estomatologia2015.sld.cu/index.php/estomatologia/nov2015
2. Corrado P., Rimondini L, Cerroni L. y col. “El Zirconio en Odontología”. Copyrigh. Actualidades Médico Odontológicas Latinoamericana, CA. (AMOLCA) Edición: 1/2011 pag.:10-128.
3. Mallat Callís, E., [internet] ¿Qué sistema cerámico estará indicado en cada caso? Publicado: 09/02/2016. Disponible en: <https://www.facebook.com/e.mallat/posts>
4. Gracis, S. et al. “A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials”[PubMed-Medline].2015[Citado:May-Jun 2015];28(3):227-35. Disponible en: www.dentalbrera.com/en/component/joomdoc/.../download
5. Montagna, F., Barbese, F. “Cerámicas de Zirconio CAD/CAM”. AMOLCA. 2013. Copyrigh AMOLCA pág. 151-178.
6. Vilarrubi A., “et al” ., “Prótesis fija Convencional libre de metal: Tecnología CAD CAM – Zirconia”. Odontoestomatología/ Vol. XIII N° 18/Noviembre 2011. Disponible en: www.scielo.edu.uy/pdf/ode/v13n18/v13n18a03.pdf
7. Mallat Callís, E.,. “Diseño y consideraciones clínicas sobre el uso de óxido de zirconio en prótesis fija sobre dientes y sobre implantes” (I). © labor dental - Vol. 13 - n° 3 4/2010. 04/05/10 12:43 Página 198, 199, 136,137. Disponible en: <https://www.facebook.com/e.mallat/posts>.
8. Ichikawa, Y., Akagawa Y, Nikai, H., Hiromichi Tsuru, DDS, PhD. “Tissue compatibility and stability of a new zirconia ceramic in vivo”. El Journal of Prosthetic Dentistry. Volumen 68, Número 2 , agosto de 1992, páginas 322-326. Disponible en: www.sciencedirect.com/science/article/pii/002239139290338B



9. Travel to Dentist: Corona de Zirconio, Materiales, Ventajas, Desventajas. Disponible en: <http://traveltodentist.com/es/category/protesis-dental/>
10. Cárdenas Parra, E., “evaluación clínica a tres años de dos sistemas cerámicos en puentes posteriores de cuatro unidades. 2012. Disponible en: eprints.ucm.es/16871/1/EduardoCárdenas.pdf
11. Guazzato M., Walton Tr. Et al. “Influencia de espesor y velocidad de enfriamiento en el desarrollo de grietas en estructuras espontáneas porcelana/óxido de circonio”. [Pubmed-medline]. 2010 sep. [12/2016].
12. Sailer I, Feher A. et al. “Resultados clínicos a los 5 años de las estructuras de circonio para las dentaduras fijas posteriores”. Revista Internacional de Prótesis Estomatológica, volumen 10, numero 1,2008 (12/2016). Disponible en: www.elsevier.es › Inicio › Revista Internacional de Prótesis Estomatológica
13. MC., Mendoza V., Alirio C., Rueda Ordoñez, et al. “Comportamiento in vitro con diferentes grosores cerámicos sobre estructuras de dióxido de circonio (Y-TZP) ante fuerzas de cizallamiento”. Revista US. 2012; 11:32-36.
14. Daou, E., “The zirconia ceramic: strength and weaknesses”. The open dentistry journal; 2014, 8, 33-42. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4026739/>
15. Salido, MP.,/Martínez-Rus, F. et al., “Prospective clinical study of zirconia-based posterior four-unit fixed dental prostheses: four-year follow-up”. NTJ *prosthodont* 2012;25:403–409. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22720293>
16. A.E., Pineda D., Escobar JC, Latorre F, Villarraga JA. “Comparación de la resistencia de tres sistemas cerámicos en tramos protésicos fijos anteriores. análisis por elementos finitos”. Rev Fac odontol univ antioquia 2013; 25(1): 44-75. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-246X2013000200004



17. Casas Terrón, J., “Análisis del comportamiento de las restauraciones de circona monolítica en comparación con las de metal-cerámica y las de circona-porcelana”. Universitat de valencia. 2015. Disponible en: roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/48251/TESIS.pdf?sequence=1
18. Miyazaki T, Takashi Nakamura et al. “Current status of zirconia restoration”. Journal of prosthodontic research 57(2013) 236-261. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24140561>