



RECUPERACIÓN DE TEMPERATURA CORONARIA COMO INDICADOR DE VITALIDAD PULPAR

Trabajo de Investigación
requisito para optar al
Título de Cirujano Dentista

Alumnos: Nicolás Hurtado Acuña.
Leonardo Navarro Bustamante.
Camilo Quispe Valdés.

Docente guía: Prof. Dr. Ricardo Moreno Silva.
Cátedra de Patología y Diagnóstico Oral.

Valparaíso – Chile
2014

AGRADECIMIENTOS

Primero quiero agradecer a Cony, Boris y Rodrigo, mi familia que siempre estuvo para apoyarme a la distancia, los amo y esta tesis cierra un ciclo que creo nos fortalece a los cuatro. A mi adamor, fuente inagotable de inspiración otoñal, la pata de mi silla.

A los compañeros de experiencias que llenaron de risas estos años, y en especial a los que estuvieron en las más difíciles, dándome ayuda en estudio, alojo y canasta familiar, mis mejores deseos para ustedes. Dedico este trabajo a mi conciencia constante para el futuro, para preservar la certeza de saber adónde voy sin olvidar de dónde vengo.

Finalmente agradecer a mis abuelos, mis raíces, sus cantos son de los andamios para alcanzar las estrellas.

Nicolás Hurtado Acuña

A mis padres y hermanos por su incondicional apoyo durante este proceso, a los amigos que siempre entregaron una palabra de aliento cuando más se necesitaba.

Al Dr. Ricardo Moreno Silva por su paciencia, dedicación y comprensión con nosotros en este largo proceso.

A los señores estadísticos, Juan Carlos Herrera Ordenes y Alex Guzmán Jelves, por su excelente asesoría y disposición en esta investigación.

A profesores y auxiliares de la escuela de odontología de la Universidad de Valparaíso, que siempre extendieron una mano y entregaron una palabra de aliento cuando más se necesitaba.

Por último a Dios, por ser una guía constante en todos mis proyectos, y durante el largo transitar por esta carrera, sin su apoyo y presencia, hubiese sido imposible superar este largo proceso universitario.

Leonardo Navarro Bustamante

“Los que esperan en el Señor renovarán sus fuerzas; se remontarán con alas como las águilas, correrán y no se cansarán, caminarán y no se fatigarán”

(Is. 40, 31)

“La verdadera sabiduría, está en reconocer la propia ignorancia”

Socrates

“Quien atribuye a la crisis sus fracasos y penurias, violenta su propio talento y respeta más a los problemas que a las soluciones. La verdadera crisis, es la crisis de la incompetencia. En vez de esto, trabajemos duro. Acabemos de una vez con la única crisis amenazadora, que es la tragedia de no querer luchar por superarla”

Albert Einstein

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	Pág. 1
2	MARCO TEÓRICO	Pág. 3
2.1	Definiciones y características de la pulpa dental	Pág. 3
2.2	Patología pulpar	Pág. 5
2.3	Tipos de test de vitalidad pulpar convencionales	Pág. 6
2.4	Suministro sanguíneo como indicador de vit. Pulpar	Pág. 10
2.5	Tipos y características de termómetros infrarrojos	Pág. 11
2.6	Estudios relacionados	Pág. 12
3	HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	Pág. 14
3.1	Hipótesis	Pág. 14
3.2	Objetivo general	Pág. 14
3.3	Objetivos específicos	Pág. 14
4	MATERIALES Y METODOS	Pág. 15
4.1	Diseño de la investigación	Pág. 15
4.2	Entorno	Pág. 15
4.3	Universo	Pág. 15
4.4	Muestra	Pág. 15
4.5	Criterios de inclusión y exclusión	Pág. 16
4.6	Definición operacional de variables	Pág. 16
4.7	Instrumentos de medición	Pág. 17
4.8	Procedimiento experimental	Pág. 18
4.9	Análisis estadísticos	Pág. 21
5	RESULTADOS	Pág. 22
5.1	Sexo	Pág. 22
5.2	Edad	Pág. 22
5.3	Temperatura coronaria basal	Pág. 23
5.4	Temperatura coronaria post enfriamiento	Pág. 23
5.5	Tiempo de recuperación de temperatura coronaria	Pág. 24
5.6	Diferencia de recuperación de temp. sin vitalidad	Pág. 25
5.7	Diferencia de recuperación de temp. con vitalidad	Pág. 26

6	DISCUSIÓN	Pág. 27
7	CONCLUSIONES	Pág. 30
8	LIMITACIONES Y SUGERENCIAS	Pág. 31
9	RESUMEN	Pág. 32
10	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	Pág. 33
	9.1 Referencias primarias	Pág. 33
	9.2 Referencias secundarias	Pág. 34
11	ANEXOS	
	11.1 Consentimiento informado	
	11.2 Ficha Clínica	
	11.3 Análisis estadístico	
	11.4 Presupuesto y recursos necesarios	

1 INTRODUCCIÓN

Ocasionalmente, en la terapéutica odontológica se presenta la necesidad de determinar la vitalidad pulpar en un diente sospechoso. Para ello, se somete al diente en cuestión a un test térmico (frío o calor) o eléctrico que pretende generar una respuesta dolorosa para que éste sea considerado vital o en caso contrario desvital y proceder a efectuar los procedimientos endodónticos necesarios. Estos test, por la potencialidad de generar dolor, producen ansiedad en los pacientes y son considerados invasivos. Además, los que utilizan calor, como el uso de gutapercha caliente, conllevan el riesgo de lesiones en tejidos blandos.

Estos test implican también la estimulación de los dientes homólogos a modo de comparación, lo que duplica las potenciales molestias y riesgo de lesiones. Entonces, estos mal denominados test de vitalidad son en realidad test de sensibilidad, los que en determinadas situaciones no son confiables dado que frecuentemente se generan falsos negativos.

Por ello se hace necesario contar con un test de vitalidad más confiable, más objetivo y menos invasivo, que la determine sin necesidad de generar dolor en el diente y que se relacione más con la vascularidad que con la sensibilidad.

Surge la idea de medir la temperatura como una representación de la presencia de vascularidad pulpar, tal como lo planteó Fanibunda en 1986. Dado que la temperatura basal que deben presentar los dientes está influenciada por la temperatura del entorno bucal, no creemos que su medición sea diferente en dientes vitales y desvital, lo que concuerda con lo observado por Fanibunda en 1986.

Nos planteamos, entonces, que si los dientes son aislados en forma relativa de su entorno bucal y se les aplica un procedimiento que genere un enfriamiento, estos debieran recuperar su temperatura basal al cabo de un tiempo determinado, lo que concuerda con lo observado por Pogrel et al en 1989, Smith en 2004 y Hamid Jafarzadeh, DDS, MSc en 2008.

De todo lo anterior surge nuestra pregunta de investigación: ¿Será posible utilizar el tiempo de recuperación de temperatura coronaria como un indicador de vitalidad pulpar?

Para responder esta pregunta diseñamos una experiencia descriptiva donde mediremos y compararemos el tiempo de recuperación de la temperatura coronaria después de un mismo proceso de enfriamiento estandarizado tanto en dientes vitales como en sus homólogos desvital. Los dientes desvital que

usaremos, serán dientes tratados endodónticamente. Para la medición de las temperaturas basales y de enfriamiento usaremos un termómetro infrarrojo de uso médico.

Nuestra hipótesis es que después de ese proceso de enfriamiento estandarizado, los dientes vitales recuperan su temperatura coronaria basal en menor tiempo que sus homólogos desvitalizados.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Definiciones y características de la pulpa dental

La pulpa dentaria puede ser definida como un tejido conjuntivo laxo especializado, de origen mesenquimático, circundado por paredes de dentina que ocupa la cámara pulpar y el conducto radicular (Estrela,2005). Existe una relación de interdependencia entre dentina y pulpa, estos tejidos serian integrantes de un mismo complejo: complejo dentina-pulpa. Por lo tanto eventos que ocurren en la pulpa repercuten en la dentina y viceversa.

El complejo dentina-pulpa está envuelto, en la corona, por esmalte dentario, y en la raíz, por cemento, ligamento periodontal y hueso. La armonía de este complejo puede llegar a ser comprometida si los tejidos circundantes sufren alguna forma de agresión, que puede llegar a la pulpa por el sistema de conductos radiculares y por el sistema de túbulos dentinarios. Por otro lado, las patologías pulpares de naturaleza inflamatoria o degenerativa pueden comprometer sus tejidos circundantes (Cohen, 2011).

La pulpa dentaria propiamente tal está constituida de tejido conjuntivo laxo especializado, lo que la hace única en su confinamiento entre las paredes rígidas de un tejido que ella misma formó relacionándose con el medio externo al diente a través de forámenes y foraminas apicales, así como de conductos laterales (Estrela, 2005) .

2.1.1 Vascularización de la pulpa dental

La vascularización de la pulpa dentaria se define mejor como micro circulación pulpar, pues la pulpa no posee arterias ni venas. Ésta posee arteriolas y vénulas con paredes bastante finas y sus células endoteliales son ligeramente alejadas unas de otras (Estrela, 2005).

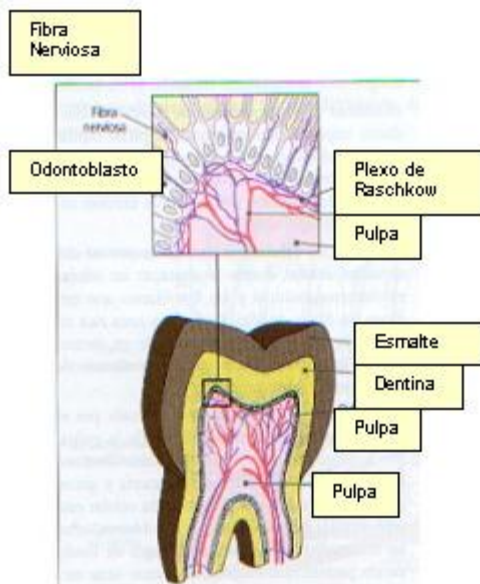
Existen anastomosis arteriovenosas a lo largo de la pulpa que favorecen la micro circulación pulpar, las que además remueven la sangre de las áreas de agresión pulpar donde el daño a la micro circulación puede resultar en trombosis o hemorragia (Cohen, 2011).

Las arteriolas terminales poseen bloques de músculo liso que sirven de orificios pre capilares bajo ciertos estímulos, como por ejemplo un proceso inflamatorio localizado. Estos bloques actúan como unidades funcionales que realizan cambios localizados en el flujo sanguíneo, facilitando condiciones circulatorias diferenciadas a las regiones adyacentes, es decir, el aumento de presión y los eventos resultantes de una lesión localizada no se diseminan por todo el tejido

pulpar, todo esto como método de protección para con el resto de la pulpa.(Estrela, 2005).

2.1.2 Inervación de la pulpa dental

La pulpa dentaria es uno de los tejidos más ricamente inervados del organismo, posee una inervación aferente (sensitiva) proveniente del nervio trigémino, las ramificaciones nerviosas entran a la estructura dentaria vía foramen apical acompañando el trayecto de las arteriolas y, de la misma manera, haciendo anastomosis del centro hacia la periferia que resultan en un plexo de nervios cerca de la capa odontoblástica, denominado el “plexo de Raschknow”, que se localiza cerca de la zona celular, emitiendo las ramificaciones de las células de ésta zona, cruzando la zona acelular y terminando junto a los odontoblastos.



(Fig.1) Ubicación plexo de Raschkow en la pulpa.(Estrela, 2005).

Estas terminales nerviosas penetran en la predentina y en las partes más profundas de la dentina. Dicha configuración tiene importancia para las reacciones de sensibilidad dentaria, de hecho la transmisión de estímulos hacia el sistema nervioso central independientemente del tipo, ya sea térmico, mecánico u otro, la respuesta sensitiva será el dolor (Estrela, 2005).

En pocas palabras el “dolor” es el lenguaje de la pulpa para manifestar alteraciones en su comportamiento.

2.2 Patología pulpar

La reacción del complejo dentino-pulpar ante los agentes agresores se manifiesta de varias maneras, dependiendo del tipo de agente agresor y de la intensidad de la agresión. La respuesta pulpar asociada al dolor normalmente es causada por el proceso inflamatorio.

2.2.1 Factores etiológicos

Los principales factores etiológicos de las alteraciones pulpares son:

I Bacterianos: Toxinas y enzimas de microorganismo asociadas a la caries dentaria.

II Físicos: a) Mecánicos: traumáticos, iatrogénicos, patológicos, fracturas coronarias, preparación de cavidades, atrición, abrasión, erosión, etc. b) Térmicos: Calor causado por las preparaciones cavitarias, materiales restauradores.

III Químicos: Agentes del sistema adhesivo (primers), materiales oriundos de restauraciones de resinas compuestas, sustancias químicas irrigadoras utilizadas para lavar el tejido pulpar.

2.2.2 Desarrollo de la injuria a la pulpa

El dolor odontogénico expresa una respuesta que señala alteración del tejido con característica cualitativa sensorial compleja. Se puede definir como resultado de la estimulación de terminaciones nerviosas especializadas capaces de producir experiencia de molestia, variable de intensidad y extensión, la cual representa significativo mecanismo de alerta y protección (Cohen, 2011).

La microcirculación de la pulpa dentaria sana y patológica fue estudiada por Kim (1999) El autor destaca que el bienestar de ese tejido depende de la adecuada microcirculación. Las alteraciones en las funciones microcirculatorias, como el flujo sanguíneo, la presión intravascular y extravascular, volumen sanguíneo y permeabilidad capilar representan un papel importante en el inicio de los desórdenes pulpares y en la contribución al proceso patofisiológico.

Una lesión del tejido que provoca respuesta inflamatoria que en un principio induce la liberación de sustancias químicas algogénicas (prostaglandinas y bradicinas, que aumentan la vasodilatación local y permeabilidad vascular) que estimulan los receptores del dolor (nociceptores periféricos). La alteración de la sensibilidad y receptividad causa disminución del inicio del dolor, tornando los nociceptores y mecanoreceptores más sensibles a innumerables estímulos (hiperalgesia) (Estrela, 2005).

Durante un largo período, la pulpa dentaria puede haber sido agredida por diversos agentes etiológicos (caries, periodontitis), por traumatismos (trauma oclusal, golpe), y por el tratamiento restaurador (materiales restauradores, resina, amalgama, cementos), acabando por sucumbir, doliendo o simplemente necrosando en silencio por presentarse estresada (Estrela, 2005).

Este proceso comienza con el daño generado por los agentes etiológicos, que provocan una inflamación progresiva del tejido pulpar, con respecto a esta en un primer momento la presencia de los procesos odontoblásticos reaccionan disminuyendo la permeabilidad dentinaria con el fin de minimizar la agresión (Aquilino. S, 2002). Todo esto de manera simultánea a un aumento en la presión intrapulpar que resiste hasta los 35mmHg (normalmente es de 10 mmHG) luego de esto el daño es irreversible, con esto ocurre el colapso de la parte venosa de la microcirculación, que interrumpe el sistema de transporte sanguíneo, y puede ocurrir en su lugar la hipoxia y la anoxia del tejido, lo que causa la necrosis, estado en el cual la pulpa se vuelve asintomática (Estrela, 2005). Los productos oriundos de los tejidos necrosados contribuyen para la extensión de la inflamación.

Clínicamente es imposible distinguir el aumento del flujo arterial con la disminución del flujo venoso. Basados en estas respuestas y en las características clínicas del dolor, no se puede definir el diagnóstico histopatológico, sino que simplemente afirmar que la pulpa está o no enferma, o bien si está o no vital (Cohen, 2002).

El hecho de que solamente nos guíemos por la sintomatología es la base de toda dificultad diagnóstica con respecto a vitalidad pulpar mediante examen clínico, puesto que existen tanto factores biológicos como psicosomáticos, junto con la presencia no menor de falsos positivos y falsos negativos que describiremos más adelante.

2.3 Tipos de test de vitalidad pulpar convencionales y sus características

El propósito de diagnóstico en endodoncia es evaluar la condición de un diente – motivo de la queja del paciente - para identificar el problema y su causa.

El diagnóstico en endodoncia requiere una comprensión de la histología, neurología y fisiología pulpar, y su relación con las diversas pruebas de diagnóstico comúnmente utilizadas en la práctica dental. Esto no es menor ya que la mayor parte de los test de vitalidad usados hoy en día se basan en producir una modificación en la hidrodinámica de los tejidos dentarios en búsqueda de una respuesta dolorosa que nos indique si la vitalidad dentaria está o no presente (B. E. Kells, 2009).

Cientos de axones proporcionan su inervación sensorial a través del foramen apical, este sistema nervioso está compuesto principalmente de fibras A tanto delta como beta, y también de fibras C. Las fibras A son estimuladas principalmente por una aplicación de frío, produciendo dolor agudo, mientras que la estimulación de las fibras C produce un dolor sordo o referido (Estrela, 2005).

La estimulación mecánica como sondeo provoca un fuerte dolor al estimular las Fibras A-delta, mientras que el dolor prolongado después de la eliminación de un estímulo térmico (principalmente calor) activa las Fibras C. El estímulo en sí puede indicar el tipo de dolor, pero no indica los cambios que se producen en el tejido pulpar (Kim, 1999).

Una respuesta dolorosa al calor, frío o un probador pulpar eléctrico indica la vitalidad sólo del suministro sensorial del diente, la respuesta no aporta una información totalmente exacta sobre el estado de la pulpa y aunque la sensibilidad de estas pruebas es alta, se producen resultados falsos positivos y falsos negativos, que pueden afectar el tratamiento del diente. Un diente falsamente diagnosticado como no vital con un probador pulpar eléctrico puede someterse a un tratamiento de conducto innecesario, mientras que un falso diagnóstico de diente vital puede dejar sin el tratamiento correspondiente al paciente. La muerte de la pulpa es causada por el cese del flujo sanguíneo y puede resultar en una pulpa necrótica, a pesar de que el suministro sensorial pulpar permanezca (Estrela, 2005).

Ahora en adelante revisaremos los tipos de pruebas existentes para diagnosticar si un diente mantiene o no su vitalidad, dentro de los revisados no incluimos el test de la cavidad pues este además de ser sumamente invasivo, constituye una prueba basada principalmente en un negativo como respuesta.

2.3.1 Test pulpar eléctrico

Este test utiliza un dispositivo llamado pulpómetro eléctrico diseñado para estimular mediante una corriente eléctrica las fibras A-delta mielinizadas más cercanas, no suele estimular las Fibras C. El pulpómetro eléctrico indica la transmisión neuronal y la presencia de fibras nerviosas vitales, pero no mide la salud e integridad pulpar (Jafarzadeh, 2000). Por ende dientes recientemente traumatizados que pueden perder temporalmente su función sensorial no tienen respuesta al dispositivo, a pesar de que su vascularización esté totalmente intacta (falsos negativos), mientras que los dientes que están parcialmente necróticos puede dar una respuesta, a pesar de que carezcan de circulación sanguínea (falsos positivos).

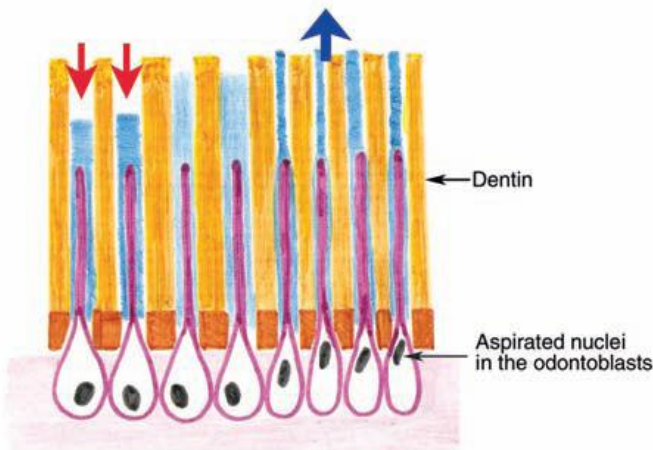
Un medio de interfaz es fundamental para llevar el impulso eléctrico al diente, este medio no debe ser líquido pues puede dar falsos positivos si entra en contacto con la encía, estudios recientes encontraron gel lubricante en base a bicarbonato de sodio así como también peróxido de blanqueamiento proporcionan una excelente conducción de la corriente eléctrica. Además, es importante la ubicación del electrodo en la superficie dental. La colocación del electrodo en la punta de la cúspide mesiovestibular provoca la respuesta más baja, mientras que su colocación más apical y central muestran un aumento en el nivel de respuesta. Estos resultados se relacionan con la presencia de cuernos pulpares, donde encontramos una alta concentración de elementos neuronales (B. E. Kells, 2009).



(Fig.2) Sistema eléctrico para test pulpar. (Estrela, 2005).

2.3.2 Temperatura como test de vitalidad

Calor o frío aplicado al diente, provoca movimiento de los fluidos que se encuentran dentro de los túbulos dentinarios, resultando en una sensación dolorosa, esta respuesta se debe al rápido cambio de temperatura, que provoca un flujo de fluido súbito dentro de los túbulos y deforma las membranas celulares de las terminaciones nerviosas libres, específicamente de las fibras A-delta (Fig.3). Un cambio gradual de la temperatura sin embargo, estimula las fibras C. No obstante es precisamente en la respuesta dolorosa en la que se basan los test de vitalidad asociados a temperatura. (Ashraf Abd-Elmeguid, 2000)



(Fig.3) Flujo de fluido dentro del proceso odontoblástico.(Estrela, 2005).

La aplicación de frío disminuye el flujo de sangre por su efecto vasoconstrictor en los vasos sanguíneos. Si esta aplicación se realiza de forma continua, tenemos por resultado anoxia y las fibras A dejan de funcionar. Con la aplicación continua de calor las fibras C se ven afectadas, la vasodilatación aumenta temporalmente y genera presión pulpar provocando intenso dolor. El dolor persistente puede disminuir el umbral del dolor detectado por los nociceptores, por lo general durante la inflamación pulpar las fibras A y C responden de diferentes maneras (Narhi MV, 1985), esto explica los diversos grados de dolor en la pulpitis. Sobre la base de esta discusión de tipos de fibras nerviosas y sus respuestas, es que se puede relacionar el tipo de fibras a los métodos de prueba de pulpa clínicos, como en este caso los test pulpares térmicos dependen del movimiento interior del fluido dentinal (Narhi M, 1992).

2.3.3 Las pruebas térmicas (Aplicación de frío y calor)

Cambios térmicos en el medio oral causan desplazamiento rápido del contenido de los túbulos dentinarios, lo que resulta en dolor. Este efecto, conocido como la hidrodinámica es el regulador de la sensación de dolor en la prueba térmica pulpar.

La aplicación calor al diente mediante una gutapercha o de agua caliente son comúnmente utilizados para evaluar con fin diagnóstico la presencia o ausencia de vitalidad pulpar. Estos métodos pueden producir calor suficiente para estimular las fibras C y por ende un dolor que persiste y se prolonga por 2 a 4 segundos más allá de la aplicación del estímulo. Es importante utilizar el calor con precaución para evitar cualquier daño al tejido pulpar (B. E. Kells, 2009)

Varios métodos se utilizan para aplicar frío a los dientes, como palos de hielo (0° C) , palos de CO2 (-78° C) , cloruro de etilo (-5° C) y diclorodifluorometano ([DDM] -50° C).

En ellos se evalúa la respuesta dolorosa que presente o no el paciente al momento de la aplicación de frío o bien de calor (B. E. Kells, 2009)

Estos métodos térmicos y eléctricos han sido evaluados por su fiabilidad para pacientes adultos y jóvenes, encontrándose que el CO2 y DDM son más eficaces que el hielo y cloruro de etilo, sin producir daños definitivos a la pulpa (B. E. Kells, 2009).

2.4 Evaluación del suministro de sangre como Indicador de la vitalidad pulpar

Como Cohen y Burns informaron, con respecto a la respuesta a la exposición dentaria al test de corriente, sólo las fibras sensoriales son evaluadas para determinar la vitalidad. Además en un 10% -16 % de los resultados encontrados en estas pruebas son falsos positivos o bien falsos negativos. Esto porque el sistema nervioso, que es altamente resistente a la inflamación, puede permanecer reactivo, a pesar de que los tejidos que lo rodean pueden estar degenerados, por lo tanto podemos tener reacciones que indiquen falsos positivos, generando además molestia en el paciente. Mientras que un resultado falso negativo (es decir, no hay respuesta en un diente vital) se puede obtener en los casos de metamorfosis cálcica, dientes traumatizados recientemente, e incompleta formación radicular (Ashraf Abd-Elmeguid, 2000).

La vitalidad de la pulpa se determina según la salud del suministro vascular, no del sensorial; Este suministro de sangre es a través de arteriolas de paredes delgadas que entran a través del foramen apical y forámenes accesorios. Las arteriolas corren longitudinalmente través del centro de la pulpa, ramificándose a su periferia donde forman una red capilar en la zona subodontoblástica. Estos capilares no entran a la dentina, que desembocan en las vénulas que se ejecutan junto a las arteriolas y pasan también a través del foramen apical (Nanci A, 2003).

2.4.1 Métodos de diagnóstico experimentales para evaluar el suministro de sangre

Aunque tienen algunos inconvenientes, las técnicas descritas en esta sección tienen el mayor potencial para la aplicación clínica en el futuro. (*Ashraf Abd-Elmeguid, 2000*)

2.4.1.1 Oximetría de pulso

La oximetría de pulso se utiliza ampliamente en la práctica médica para medir los niveles de saturación de oxígeno durante la administración de la anestesia intravenosa. Esta tecnología se basa en una modificación de la ley de Beer: a saber, la absorción de la luz por un soluto es relacionada con su concentración en un pulso dado, también utiliza las características de la hemoglobina en la gama roja e infrarroja, pues la oxihemoglobina absorbe más la luz en el rango infrarrojo con respecto a la desoxihemoglobina. Gopikrishna y otros (2011) compararon este método con pruebas térmicas y eléctricas para la evaluación de vitalidad pulpar, encontrando que la sensibilidad del oxímetro de pulso es 100 %, la prueba de frío es de un 81 %, y la eléctrica un 71%. (Sensibilidad indica la capacidad de una prueba para informar la enfermedad en pacientes que efectivamente la presenten). Este método utiliza un pulsioxímetro modificado que tiene un sensor de oxígeno de pequeñas dimensiones adecuado para la colocación en los dientes humanos y un soporte del sensor que mantiene la estabilidad de los dientes y del sensor.

Dependiendo entonces de si la saturación de oxígeno es mayor, la absorción de luz también, indicando si el diente presenta la irrigación sanguínea correspondiente para determinar su vitalidad (*Ashraf Abd-Elmeguid, 2000*).

2.4.1.2 Flujiometría láser Doppler

Flujiometría láser Doppler (LDF) es un método preciso, reproducible y no invasivo, para evaluar el flujo de sangre en los sistemas microvasculares con un diodo que proyecta un haz de luz infrarroja a través de la corona y la cámara pulpar. Este haz de luz se dispersa a través de mover las células rojas y estáticas. La técnica LDF se tarda una hora para producir grabaciones, por lo que es poco práctico para la práctica dental a menos que su marco de tiempo se puede acortar a unos pocos minutos (*Iain A. Pretty, 2004*).

2.5 Tipos y características de los termómetros infrarrojos encontrados en el mercado

En el mercado encontramos termómetros infrarrojos principalmente con objetivos de construcción y maquinaria, o bien con objetivos médicos. Estos últimos se caracterizan por tener rangos de medición más acotados y un nivel de acierto mayor, junto con ser en su mayoría más económicos. Encontrando termómetros médicos con un margen de error de 1 grado Celsius o menos, mientras que en los termómetros utilizados para mediciones a mayor distancia tienen un margen de error que va desde los 3 grados hasta 1.5 grados Celsius. Generalmente los termómetros infrarrojos encontrados en el mercado demoran

aproximadamente 2 segundos en determinar la temperatura. (Catálogos de termómetros infrarrojos de Huke y Hemel, Catálogo de termómetros digitales MOB I).

2.6 Estudios Relacionados

Los estudios realizados hasta el momento en el área del uso de la temperatura asociada al sistema vascular de la pulpa dental como método diagnóstico, indican por una parte que existe una relación directa entre la temperatura de un diente y su vitalidad, mas como método diagnóstico aun no existen conclusiones inobjtables.

El cambio en la temperatura de la superficie del diente después de ser sometido a un estímulo térmico es considerado como un método sencillo y fiable a la hora de evaluar la presencia y el volumen de sangre que fluye en el interior del diente. Estos estímulos térmicos al ser aplicados sobre la superficie vestibular dentaria ayudan a evaluar la vitalidad en la medida que el paquete vasculo-nervioso de la pulpa este sana, relacionando la tasa de recuperación de la temperatura basal del diente al flujo sanguíneo interno (Smith E,2004).

Desafortunadamente, la evaluación del suministro sanguíneo pulpar sigue siendo complicada y no existe una prueba clínica práctica para determinar este aspecto de la biología de los dientes (Smith E, 2004).

Por su parte Fanibunda (1986) informó que no hubo diferencias en la temperatura basal de la superficie de los dientes vitales y no vitales a pesar de la expectativa de que un suministro de sangre normal de la pulpa daría lugar a una temperatura más alta. Sin embargo, Fanibunda sugirió que sería posible relacionar el suministro pulpar de sangre a la tasa de retorno de la temperatura superficial dental a la normalidad después de la aplicación de un cambio térmico (frío o caliente). El trabajo de Pogrel et al (1989) apoya con sus resultados la idea de Fanibunda (1986) de que, después del enfriamiento los dientes vitales se recalienten más rápidamente que los dientes no vitales.

(Hamid Jafarzadeh, DDS, MSc,2008) llevó a cabo un estudio para determinar si una matriz de termómetros en miniatura podría ser utilizada para investigar las propiedades térmicas de un diente de manera sencilla y fiable. En el que mostró una curva de recuperación de la temperatura comparando dientes desvital con su homólogo vital. Los resultados mostraron que en la mayoría de los casos el diente vital recuperó su temperatura basal en menores intervalos de tiempo con respecto a su homólogo desvital, sin embargo en uno de los casos el resultado fue al revés, lo que los autores justificaron por las variables ambientales que pueden alterar la veracidad de la medición, por lo que se hace necesario un control estricto

de la mayor cantidad de factores posibles; concluyendo además que con un procedimiento más eficiente, este método podría convertirse en una herramienta diagnóstica valiosa, a medida que la tecnología mejore y la experiencia ganada sirva a la hora de aplicar las mediciones.

En cuanto a los métodos utilizados para llegar a un protocolo lo más exacto posible para investigar el patrón de recalentamiento después de una estímulo frío controlado y la vitalidad clínica dentaria, el uso de aire frío comprimido es un método que genera menos sensibilidad en los pacientes durante el registro con respecto a los palos de helio, así mismo se indica que 20 segundos de enfriamiento son suficientes para obtener tiempos de recuperación de temperatura diferentes entre dientes vitales y desvitalizados, además cabe señalar que en 3 minutos la totalidad de los dientes ya han alcanzado sus temperaturas basales, finalmente se encontró que la fase temprana de recalentamiento es significativamente más rápida que la fase más tardía (Kells BE, 2000).

3 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1 Hipótesis

“Después de un proceso de enfriamiento estandarizado los dientes vitales recuperan la temperatura basal coronaria en menor tiempo que sus homólogos desvitalés”

3.2 Objetivo general:

Determinar y comparar el tiempo de recuperación de temperatura coronaria en dientes vitales y homólogos desvitalés tratados endodónticamente, después de un proceso de enfriamiento estandarizado.

3.3 Objetivos específicos:

1. Medir y comparar las temperaturas coronarias basales (TCB) de dientes vitales y desvitalés homólogos.
2. Establecer un procedimiento de enfriamiento estandarizado para dientes vitales y sus homólogos desvitalés.
3. Medir y comparar el tiempo que toma en recuperar la TCB en dientes vitales y homólogos desvitalés, después del proceso de enfriamiento estandarizado.
4. Comparar los resultados obtenido entre diferentes tipos de dientes sin considerar la vitalidad.
5. Comparar los resultados obtenidos entre diferentes tipos de dientes, considerando vitalidad.

4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Diseño de investigación:

Estudio descriptivo de carácter clínico. El diseño experimental es un estudio clínico descriptivo, porque las variables en estudio (temperatura coronaria basal, tiempo de recuperación de la temperatura basal y temperatura post enfriamiento) solo se van a observar y medir, sin manipulación de ellas para luego compararlas entre los sujetos de estudio.

4.2 Entorno:

El estudio se realizó en la clínica de pregrado de la facultad de odontología, de la Universidad de Valparaíso, entre el 1 de abril y el 30 de mayo del año 2014.

4.3 Universo:

Pares de dientes homólogos vitales y desvitalados tratados endodónticamente de pacientes que asistieron para tratamiento odontológico a la escuela de odontología de la Universidad de Valparaíso durante el periodo comprendido entre el 1 de abril y 30 de mayo del año 2014.

4.4 Muestra:

La muestra consistió en 50 pares de dientes homólogos, uno vital y otro desvitalado con tratamiento endodóntico. El muestreo fue de tipo no probabilístico por conveniencia. Los pacientes que contaban con los dientes que interesaban en este estudio, y que cumplían con los criterios de inclusión, debían aceptar en forma voluntaria su participación firmando un consentimiento informado (Ver anexo N°1).

El número responde al tipo de muestra utilizada (no probabilístico por conveniencia) donde se calcula que una muestra superior a 35 pacientes entrega una distribución normal para los datos recopilados. Este se comprobó a través del test de Shapiro-Wilks (Ver anexo N°3).

4.5 Criterios de Inclusión y exclusión:

Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
<p>-Dientes vitales en boca que presente su homólogo desvital tratado endodónticamente.</p> <p>-Incisivos, caninos y pre molares de ambas arcadas.</p> <p>-Zona de medición (esmalte vestibular) debe estar libre de lesiones.</p> <p>-Ambos dientes vitales deben poseer radiografía periapical para determinar su vitalidad y corroborar el tratamiento de endodoncia.</p>	<p>-Primeros, segundos o terceros Molares.</p> <p>-Dientes con gran destrucción coronaria.</p> <p>-Dientes con restauraciones extensas.</p> <p>-Dientes con lesiones apicales</p> <p>-Dientes con enfermedad pulpar aguda y crónica.</p> <p>-Dientes con dificultades de ser aislados.</p> <p>-Pacientes mayores de 60 años.</p> <p>-Pacientes menores de 18 años.</p>

4.6 Definición operacional de variables:

Variables	Definición conceptual	Definiciones operacionales	Tipo de variable
Temperatura coronaria basal(TCB)	Es la temperatura que posee la estructura coronaria dental previo al proceso de enfriamiento, registrada con un termómetro infrarrojo y aislado de forma relativa.	Temperatura en grados Celsius.	Variable cuantitativa continua
Temperatura coronaria Post enfriamiento	Es la temperatura que alcanza la corona dental luego de ser enfriada por 10 segundos, con aire comprimido.	Temperatura en grados Celsius.	Variable cuantitativa continua
Tiempo de recuperación de TCB	Es el tiempo que se demora en recuperar la temperatura basal la corona del diente.	Tiempo medido en segundos.	Variable cuantitativa continua
Tipo de diente	Las diferentes clases o tipos de dientes ubicados en las arcadas dentarias.	Caninos, incisivos, molares, premolares.	Variable cualitativa policotómica

Vitalidad del diente	Estado de la pulpa dentaria que le permite recibir la correcta irrigación para sus procesos normales, en el caso del diente vital. En caso de los dientes desvitalizados corresponden para este estudio a dientes tratados endodónticamente.	Vital o desvital con tratamiento endodóntico.	Variable cualitativa nominal dicotómica
Sexo	Condición orgánica, masculina o femenina, de los animales y las plantas.	Masculino, femenino.	Variable cualitativa nominal dicotómica
Edad	Tiempo que ha vivido una persona o ciertos animales o vegetales. (Rae)	Menor a 20 años, 21 a 30 años, 31 a 40 años, 41 a 50 años, 51 a 60 años.	Cualitativa ordinal

4.7 Instrumentos de medición:

4.7.1 Termómetro infrarrojo de precisión: Para el uso médico (DualScan Ultra), que consta con rango de precisión (margen de error) de 0,3 grados Celsius, una distancia de medición de hasta 15 centímetros, memorización de las últimas 32 mediciones y 120 gramos de peso Además de apagado automático después de 7 segundos de inactividad, y utiliza 2 pilas triple A para funcionar.



Fig.4: Termómetro Dual Scan Ultra.

4.7.2 Cronómetro: El tiempo fue medido en segundos a través de un cronómetro de un celular Samsung Galaxy S3. Usado para registrar el tiempo que demoró el diente en ser enfriado y en recuperar su temperatura basal

4.8 Procedimiento experimental:

El procedimiento experimental de este estudio, responde a una planificación pre-meditada y programada desde los procesos realizados hasta los tiempos utilizados. Para esto primero se planificó una prueba piloto para testear las mediciones planificadas, tiempos utilizados, procesos y tiempo de enfriamiento, distancia del enfriamiento, entre otros parámetros. Otra consideración importante fue el rol a cumplir por cada operador y tesista. También fue necesaria la confección de una ficha clínica completada con datos personales y parámetros relevantes para el estudio. (Ver anexo N°2)

4.8.1 Estudio piloto:

Se realizó el 6 de diciembre un estudio piloto en la clínica A de la facultad de Odontología de la universidad de Valparaíso, en el cual se examinó a 3 pacientes que presentaban un diente vital y su homólogo tratado endodónticamente que cumplían con los criterios de inclusión. Los 6 dientes examinados correspondían a dientes superiores, 4 de ellos a incisivos centrales, mientras que los otros 2 dientes medidos eran segundos premolares.

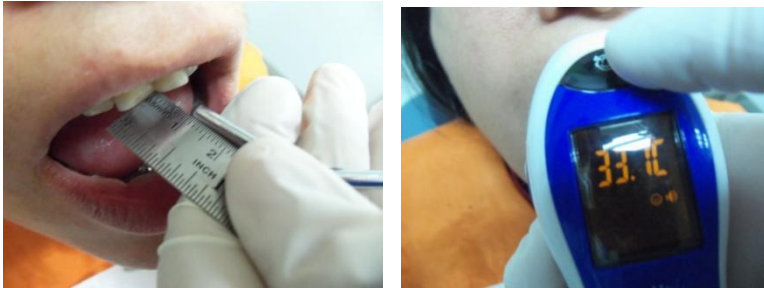
A cada paciente se le hizo una evaluación previa. En primera instancia se analizaron las radiografías de los pacientes con la intención de corroborar la condición necesaria para ser parte del estudio. Luego, utilizando una bandeja de examen, se realizó una exploración del terreno buco dental del paciente, para observar si los posibles dientes de estudio cumplían con los parámetros de inclusión. Una vez identificado esto se procedía a realizar la medición. Primero en el diente vital se aislaba de forma relativa mediante el uso de tómulas de algodón. A este diente se le midió una temperatura inicial o basal coronaria (TCB), la cual se calculó a través de 5 mediciones para obtener un promedio. A continuación se enfriaba mediante aire por 10 segundos para luego medir con el termómetro infrarrojo la cantidad de segundos que demoró en recuperar la temperatura que presentaba el diente previo al enfriamiento con aire. Este mismo proceso se realizaba con el diente desvital.



(Aislamiento relativo con tómulas de algodón)



(Medición de temperatura coronaria basal)



(Enfriamiento con aire a 1cm) (Medición de temperatura post-enfriamiento)

Fig.5 Procedimiento y secuencia clínica para la toma de la muestra.

Para la estandarización y calibración de cada parte del proceso descrito anteriormente fue necesario realizar varios tipos de mediciones, que nos permitieron llegar a un procedimiento de toma de muestra más fidedigno. En el proceso de enfriamiento del diente, se determinó que 10 segundos era el tiempo más adecuado, tanto para los incisivos centrales, como para los premolares, pues en rangos menores estudiados como 3, 5 y 7 segundos la diferencia entre la temperatura inicial y la temperatura post enfriamiento con aire no eran sustantivamente diferentes. Mientras que en enfriamientos en rangos de tiempo mayores, 2 pacientes refirieron molestias. La distancia ocupada entre la jeringa triple y el diente estudiado en las distintas mediciones también era un punto controversial, pero a través de las distintas mediciones y distancias aplicadas, se pudo concluir que fue necesario que estuviera lo más cercano posible a la estructura dentaria, pero sin contactar por ende se determino que un centímetro era la distancia mas adecuada.

En el caso del termómetro, también se determinó que la cercanía era fundamental, por ende las mediciones se aplicaron en íntimo contacto con la superficie dentaria. Este mismo proceso se realizó en los dientes homólogos desvitalizados tratados endodónticamente.

Los resultados del estudio piloto, además indican que el tiempo de recuperación de la temperatura, medida en segundos, fue 20 segundos más rápida en los dientes que presentan vitalidad con respecto a sus homólogos tratados endodónticamente.

Es importante señalar también, que los dientes tratados endodónticamente que fueron parte de este estudio piloto, mostraron siempre una temperatura inicial en grados Celsius menor con respecto a su homólogo vital.

Entre paciente y paciente se desinfectó la punta del termómetro con algodón con alcohol.

Por lo tanto nuestro protocolo indica que las mediciones en el estudio deben ser realizadas con aislamiento relativo, realizando las mediciones de temperatura con el termómetro contactando la cara vestibular del diente en cuestión, luego enfriar éstos durante 10 segundos (a un centímetro del diente) con aire frío, y lo más importante, realizar las mediciones de temperatura de manera paralela a la medición del tiempo (en segundos) de recuperación de ésta con un cronómetro.

4.8.2 Control de Sesgos y limitaciones

Una de las limitantes fue la búsqueda de pacientes idoneos para la realización del estudio, puesto que tienen características específicas, que obligó a realizar una búsqueda exhaustiva de los sujetos de estudio. La tramitación de permisos generó problemas, ya que al ser un estudio con pacientes de la facultad, atravesó un largo proceso de aprobación por parte del comité de bioética.

4.8.3 Calibración entre operadores

La calibración de los operadores podía generar sesgos según lo observado en la prueba piloto, por ende los parámetros de la ficha debieron estar claros y explícitos, y que no hubieran dobles interpretaciones de la muestra, así mismo también el manejo de los instrumentos, por ende cada investigador debía tomar un rol fijo en la toma de la muestra y procedimiento final. Entonces con la finalidad de evitar el sesgo de pesquisa diagnóstica, fue fundamental en este proceso que los operadores se calibraran en las mediciones y se familiarizaran con el uso del instrumental. También dominar el protocolo clínico del examen a realizar. Pues fallas en estos aspectos podrían generar resultados poco representativos para las conclusiones posteriores del estudio. En la prueba piloto se determinó el rol de cada investigador. El primer operador fue el encargado de tomar las mediciones, el segundo operador el encargado del manejo del termómetro y el tercer operador tomaba los registros numéricos y visuales para eliminar en lo posible el sesgo.

4.9 Análisis Estadísticos:

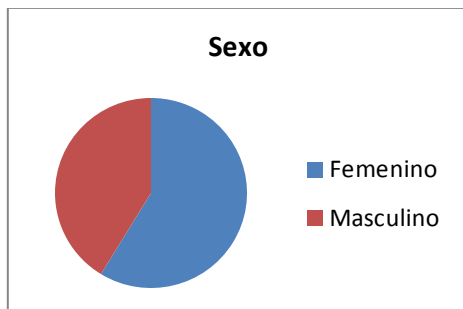
Los datos recolectados en la ficha clínica luego de las mediciones fueron tabulados en el software Excel 2013 y posteriormente codificados en el software SPSS v. 19.

El objetivo de esta parte exploratoria era ver cómo se comportan los datos recopilados y poder caracterizar el fenómeno de estudio mediante estadísticas de posición, dispersión como media, mínimo, máximo, rango, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación. También se utilizaron herramientas gráficas como tablas de frecuencias y cruces de variables de interés para la visualización de datos obtenidos. La segunda parte corresponde al análisis confirmatorio que intentara responder a la hipótesis de estudio. “La recuperación de la temperatura coronaria (variable A temperatura) es más lenta en dientes desvitalados respecto de sus homólogos vitales después del mismo proceso de enfriamiento (Variable B tiempo de enfriamiento)”. Para esta fase se usaron pruebas estadísticas como la prueba T para igualdad de medias, intervalos de confianza, estudio de Bonferroni para comprobar los niveles de significancia, Anova, prueba de Levene para igualdad de varianzas. Estas pruebas nos permitieron responder al objetivo general y a los objetivos específicos.

5 RESULTADOS

5.1 Sexo

Gráfico N°1: Distribución de variable sexo.



Los 50 pares de dientes homólogos que fueron estudiados, pertenecían a 34 pacientes, 20 de ellos de sexo femenino representando un 58,8% de la muestra, mientras que 14 de ellos fueron hombres que representaron el 42,2%.

5.2 Edad

Tabla N°1: Resumen variable edad distribuido por rango etario.

Segmento etario (Años)	Cantidad de pacientes
18-20	0
21-30	12
31-40	8
41-50	5
51-60	9
Total	34

El promedio de edad de los pacientes del estudio, fue de 39 años de edad aproximadamente, con una desviación estándar (+/- SD) de 12,7 años, fluctuando en un rango que va entre 21 años para el paciente más joven y 59 años para el paciente de mayor edad.

5.3 Temperatura Coronaria Basal (TCB)

La temperatura coronaria basal fue medida 5 veces para cada par dentario homólogo. El promedio de dichas mediciones se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla N°2: Promedio TCB v/s Vitalidad dentaria.

Variable	Vitalidad del Diente	N	Media(C°)	+/- SD(C°)	Mínimo(C°)	Máximo(C°)
TCB promedio utilizando las cinco mediciones	Vital	50	36,06	,720	33	37
	Desvital	50	35,71	,678	33	37
Total		100	35,89	,719	33	37

Como se puede apreciar en la tabla N°2, la temperatura coronaria basal promedio de las cinco mediciones realizadas a cada diente en estudio, fue de 36 grados, con una desviación respecto de su media de 0,719 grados. Estas temperaturas fluctúan entre 33 y 37 grados Celsius, tanto para dientes vitales como desvitalados.

5.4 Temperatura coronaria post enfriamiento:

Posterior al proceso de enfriamiento estandarizado en la prueba piloto (Ver Materiales y métodos punto 4.8 procedimiento experimental) se registraron las temperaturas coronarias post enfriamiento, estas mediciones están resumidas en la siguiente tabla:

Tabla N°3: Resumen temperatura post enfriamiento distribuidos por vitalidad del diente.

Variable	Vitalidad del Diente	N	Media(C°)	+/- SD(C°)	Mínimo(C°)	Máximo(C°)
Temperatura coronaria Post – enfriamiento	Vital	50	34,54	1,099	31	36
	Desvital	50	34,17	1,069	30	36
Total		100	34,36	1,094	30	36

En base a los resultados de la muestra, se observó que la temperatura post enfriamiento es de 34,4 grados aproximadamente como promedio, con una desviación respecto de su media de 1,094 grados Celsius. Estas temperaturas fluctúan entre 30 y 36 grados Celsius.

Por ende observamos que tanto los dientes vitales y desvitalados disminuyeron en promedio, aproximadamente 1.5 grados desde su temperatura basal inicial promedio.

Además la temperatura post enfriamiento mantiene este diferencial de temperatura de 0,4 grados Celsius entre vitales y desvitalados.

5.5 Tiempo de recuperación de temperatura coronaria:

Se registraron los tiempos de recuperación de la TBC en la siguiente tabla:

Tabla N°4: Resumen tiempo de recuperación de la TBC, en segundos, distribuidos por vitalidad del diente.

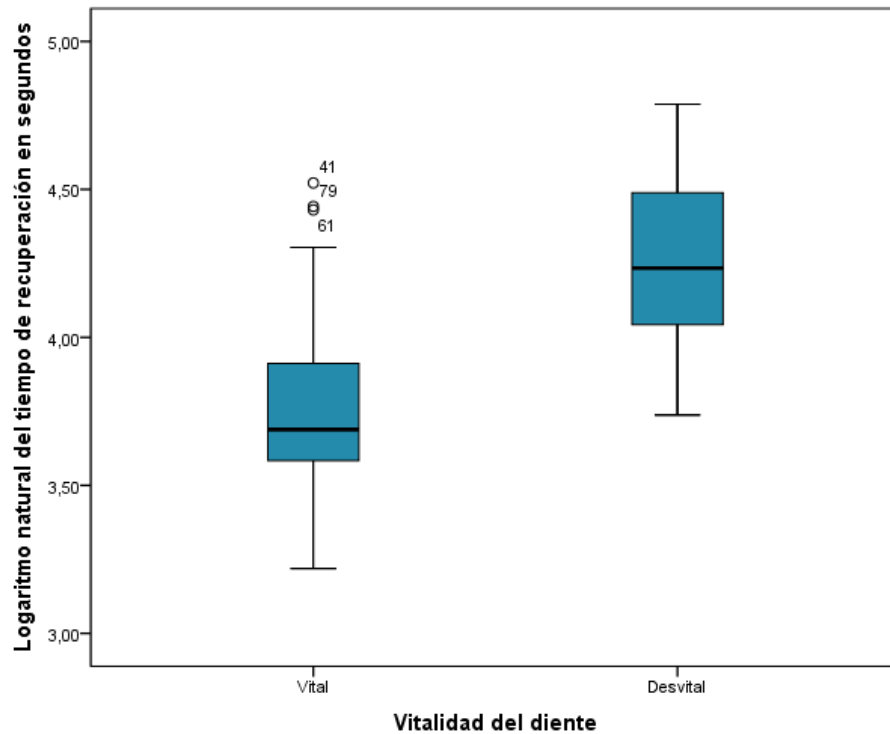
Variable	Vitalidad del Diente	N	Media (seg.)	+/- SD (seg.)	Mínimo (seg.)	Máximo (seg.)
Tiempo de recuperación de la TBC en segundos	Vital	50	44,86	14,709	25	92
	Desvital	50	73,50	20,089	42	120
Total		100	59,18	22,671	25	120

En base a los resultados de la muestra, se observa que el tiempo de recuperación promedio entre dientes vitales y desvital es de 59 segundos, con una desviación respecto de su media de 22,6 segundos. Este tiempo de recuperación fluctúa entre 25 y 120 segundos. En el caso de los dientes vitales el tiempo promedio de recuperación fue de 45 segundos aproximadamente, con una desviación respecto de la media de 14,7 segundos, y fluctuando entre los 25 y 92 segundos. Por otro lado, para los dientes desvital el tiempo promedio de recuperación fue aproximadamente 74 segundos, con una desviación de la media de 20,1 segundos, fluctuando entre 42 y 120 segundos. Esto permite observar que el tiempo de recuperación de la temperatura es menor en dientes vitales que en sus homólogos desvital.

Para los resultados obtenidos en la Tabla N°4 sobre el tiempo de recuperación de la TCB en ambos tipos de dientes, se aplicó la prueba estadística de Levene para igualdad de varianzas y la prueba T para la igualdad de medias (Ver anexo N°3). Se pudo establecer que existe evidencia estadísticamente significativa para afirmar que el tiempo de recuperación de TCB es menor en los dientes vitales respecto de sus homólogos desvital, con un nivel de significancia del 95%.

Al expresar los resultados obtenidos en una escala logarítmica, nos permite representar mediante un gráfico la distribución del tiempo de recuperación, según vitalidad dentaria.

Grafico N°2: Diagrama de Cajas Tiempo de recuperación en segundo versus vitalidad del diente



En el Grafico N^o1, se observa que la distribución del tiempo de recuperación de la TCB en dientes vitales es menor que en dientes desvital.

5.6 Diferencia de recuperación de la temperatura coronaria promedio entre diferentes tipos de dientes sin considerar vitalidad:

Nos preguntamos si las medias de recuperación dependían del tipo de diente a considerar, pensando que poseen masas coronarias diferentes que podrían hacer variar los resultados. Esto se expresa en la siguiente tabla:

Tabla N^o5: Estadísticas descriptivas para el tiempo de recuperación en ln(seg) para cada diente en estudio

Diente en estudio	Media	Desviación típica	N
1 Central	3,9454	,34151	34
2 Lateral	4,0444	,39365	28
3 canino	4,0629	,36971	10
4 Premolar	4,0384	,40103	28
Total	4,0109	,37376	100

Al llevar la media del tiempo de recuperación de TCB (seg.) a una escala logarítmica (Ln), considerando un nivel de significancia del 5%, , para cada tipo de

diente, sin importar su condición de vital o desvital como se muestra en la tabla 5, se determinó mediante la prueba de Bonferroni (ver Anexo N°3) que no presentan diferencias significativas los tiempos de recuperación según el tipo de diente, con un nivel de confianza del 95%.

5.7 Diferencia de recuperación de la temperatura coronaria promedio entre tipos de dientes considerando su vitalidad:

Se realizó la misma prueba del punto 5.6, pero en este caso además del tipo de diente, consideramos la vitalidad de estos. Esto se observa en la siguiente tabla:

Tabla N°6: Estadísticas descriptivas para el tiempo de recuperación en ln(seg) para cada diente en estudio

Grupos	Media	Desviación típica	N
1 Diente Central - Vital	3,69	0,23	17
2 Diente Central - Desvital	4,20	0,22	17
3 Diente Lateral – Vital	3,79	0,33	14
4 Diente Lateral - Desvital	4,30	0,27	14
5 Diente Canino - Vital	3,81	0,11	5
6 Diente Canino - Desvital	4,31	0,37	5
7 Diente Molar – Vital	3,80	0,34	14
8 Diente Molar - Desvital	4,28	0,30	14
Total	4,01	0,37	100

Al llevar la media del tiempo de recuperación de TCB (seg.) a una escala logarítmica (Ln), considerando un nivel de significancia del 5%, para cada tipo de diente, considerando su condición de vitalidad, como se muestra en la tabla 6, se determinó mediante la prueba de Bonferroni (ver Anexo N°3) que existen diferencias significativas en los tiempos de recuperación según el tipo de diente, considerando su condición de vitalidad o desvitalidad, con un nivel de confianza del 95%.

6 DISCUSIÓN

Nuestro estudio pretende dar un significado de vitalidad pulpar a la medición de la temperatura coronaria, que se relacionaría con una vascularidad pulpar sana como lo indica (Nanci A, 2003). Por su parte Smith E, 2004 indicó que el cambio en la temperatura de la superficie del diente después de ser sometido a un estímulo térmico es considerado como un método sencillo y fiable a la hora de evaluar la presencia y el volumen de sangre que fluye en el interior del diente. Manifestando que al aplicar estos estímulos térmicos sobre la superficie vestibular dentaria podemos evaluar la vitalidad en la medida que el paquete vasculo-nervioso de la pulpa dental este sana, relacionando la tasa de recuperación de la temperatura basal del diente al flujo sanguíneo interno. Siendo atribuible a la principal diferencia existente entre dientes vitales y tratados endodónticamente, que corresponde justamente a la presencia o bien ausencia de una pulpa dentaria vascularizada.

En el planteamiento del problema suponemos que la temperatura coronaria basal se debe a la temperatura del entorno bucal, tal como lo indica (Kells BE, 2000). En la medición de la temperatura coronaria basal, la temperatura promedio de los dientes vitales fue de $36,06^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,72^{\circ}\text{C}$) y la de los tratados endodónticamente fue de $35,71^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,68^{\circ}\text{C}$), existiendo una diferencia de apenas $0,4^{\circ}\text{C}$, lo que está dentro del rango de error del instrumento y dentro de las desviaciones estándar de ambas mediciones, lo que concuerda con lo expresado con Fanibunda en 1986 quien informó que no hubo diferencias en la temperatura basal de la superficie de los dientes vitales y no vitales a pesar de la expectativa de que un suministro de sangre normal de la pulpa daría lugar a una temperatura más alta.

Sin embargo Fanibunda (1986) sugirió que sería posible relacionar el suministro pulpar de sangre a la tasa de retorno de la temperatura superficial dental a la normalidad después de la aplicación de un cambio térmico (frío o caliente). Por ello hipotetizamos que si ambos tipos de dientes eran enfriados en un tiempo determinado, la recuperación inicial de temperatura coronaria se debería tanto a la temperatura ambiente intraoral como también a la presencia vascular pulpar en el caso de los dientes vitales, y por ello debiera ser más rápida esta recuperación en los dientes vitales que en los desvitalizados tratados endodónticamente.

En cuanto a la temperatura post-enfriamiento nuestros resultados indican un promedio de $34,4$ grados Celsius, con una desviación estándar de $1,094$ grados Celsius. En donde tanto los dientes vitales como desvitalizados disminuyeron aproximadamente 1.5 grados desde su temperatura basal promedio. Sin existir diferencias estadísticamente significativas, lo que se condice con lo encontrado

por Pogrel et al (1989). Quien además señaló la idea de que después del enfriamiento los dientes vitales se podrían recalentar más rápidamente que los dientes no vitales.

Nuestros resultados con respecto al tiempo de recuperación de la TCB posterior al enfriamiento, establecen que existe evidencia estadísticamente significativa para afirmar que el tiempo de recuperación de TCB es menor en los dientes vitales respecto de sus homólogos desvitalizados, con un nivel de significancia del 95%. En donde los dientes vitales presentaron un tiempo promedio de recuperación de 45 segundos aproximadamente, con una desviación respecto de la media de 14,7 segundos, y por su parte los dientes desvitalizados un tiempo promedio de recuperación de aproximadamente 74 segundos, con una desviación de la media de 20,1 segundos. Lo que contrasta parcialmente con lo encontrado por Hamid Jafarzadeh, DDS, MSc en 2008, quien comparó la recuperación de la temperatura basal de dientes desvitalizados con su homólogo vital mediante una matriz de termómetros en miniatura, obteniendo por resultados que en la mayoría de los casos el diente vital recuperó su temperatura basal en menores intervalos de tiempo con respecto a su homólogo desvitalizado, con un tiempo promedio de recuperación de 12 segundos menos aproximadamente sin embargo en uno de los casos el resultado fue al revés, lo que los autores justificaron por las variables ambientales que pueden alterar la veracidad de la medición, por lo que se hace necesario un control estricto de la mayor cantidad de factores posibles.

En cuanto a los métodos utilizados para llegar a un protocolo lo más exacto posible para investigar el patrón de recalentamiento después de un estímulo frío controlado y la vitalidad clínica dentaria, el uso de aire frío comprimido es un método efectivo, así mismo se indica que 20 segundos de enfriamiento son suficientes para obtener tiempos de recuperación de temperatura diferentes entre dientes vitales y desvitalizados, además cabe señalar que en 3 minutos la totalidad de los dientes ya han alcanzado sus temperaturas basales, finalmente se encontró que la fase temprana de recalentamiento es significativamente más rápida que la fase más tardía (Kells BE, 2000). Durante la implementación de nuestro estudio piloto utilizamos diferentes intervalos de tiempo de enfriamiento, empezando por los 20 segundos, sin embargo hubo pacientes que pasado los 10 segundos de aplicación de aire frío comprimido manifestaron molestias, por lo tanto exceder ese tiempo generando sensibilidad en el paciente es contraproducente con respecto al objetivo de realizar investigaciones de este tipo para que se consideren como no invasivas ni molestas para con los sujetos de estudio, a la vez que 10 segundos fue suficiente intervalo para poder enfriar los dientes obteniendo resultados satisfactorios y así llevar a cabo el estudio sin problemas.

Desafortunadamente, la evaluación del suministro sanguíneo pulpar sigue siendo complicada y no existe una prueba clínica práctica para determinar este aspecto de la biología de los dientes (Smith E,2004). Lo que en nuestra investigación sigue manteniéndose como duda, ya que si bien se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tiempos de recuperación de temperatura basal entre dientes vitales y sus homólogos desvitalizados tratados endodónticamente, no se puede asegurar que esto sea debido al suministro sanguíneo de una pulpa sana.

7 CONCLUSIONES

Nuestro estudio demostró, en forma estadísticamente significativa, que después de un procedimiento de enfriamiento estandarizado, los dientes vitales recuperan su temperatura coronaria basal en menor tiempo que sus homólogos desvitalizados, lo que comprueba nuestra hipótesis de trabajo.

Las temperaturas coronarias basales de los dientes homólogos vitales y desvitalizados fueron levemente diferentes, siendo superior en los vitales en 0,4°C en promedio.

Se estandarizó un proceso de enfriamiento de la corona dental de 10 segundos con aire comprimido a un centímetro del diente. Se observó que este procedimiento resultó ser indoloro para los pacientes.

Se determinó que la disminución de la temperatura basal posterior al proceso de enfriamiento, con aire comprimido, fue similar en ambos tipos de dientes. En dientes vitales disminuyó 1.52 °C en promedio, mientras que en dientes desvitalizados se redujo 1.54 °C en promedio.

Se observó que en dientes vitales el tiempo de recuperación promedio de temperatura es de 44.83 segundos, mientras que en dientes desvitalizados el tiempo de recuperación es de 73,50 segundos. Las diferencias mostraron ser estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

Se determinó que el tipo de diente (Incisivo central, lateral, canino y premolar), sin considerar su vitalidad, no influyó en el tiempo de recuperación de temperatura coronaria basal en los dientes vitales. De la misma forma, se determinó que el tipo de diente (Incisivo central, lateral, canino y premolar), sin considerar vitalidad, no influyó en el tiempo de recuperación de temperatura coronaria basal en los dientes desvitalizados.

Se observó que entre tipos de diente (Incisivo central, lateral, canino y premolar) comparados por vitalidad, si influyó en el tiempo de recuperación de la temperatura coronaria, observando que en todas las combinaciones entre dientes vitales y desvitalizados, los dientes vitales recuperaban sus temperaturas coronales basales, mas rápido que los dientes desvitalizados de cualquier tipo.

8 SUGERENCIAS Y LIMITACIONES

La sugerencia inicial es poder acceder a un mayor control de las condiciones ambientales de temperatura para así poder aislar este factor de nuestros resultados. Además se sugiere encontrar dientes con coronas totalmente indemnes vitales y desvitalas, con el fin de disminuir las diferencias anatómicas entre los dientes vitales y desvitalas estudiados. Cabe también destacar la posibilidad de realizar un estudio que compare diferentes termómetros infrarrojos bajo el mismo método.

Por último sugerimos llevar a cabo un estudio que compare dientes vitales con dientes de diagnostico dudoso, en los que se sospeche de su vitalidad.

En cuanto a las limitaciones la principal corresponde a la falta de un método que indique objetivamente la relación entre la recuperación de la temperatura coronaria y el flujo sanguíneo intrapulpar, puesto que si bien nosotros consignamos la presencia de una pulpa dental con una irrigación sana como la principal diferencia anatómica entre los dientes vitales y desvitalas tratados endodónticamente observados, no tenemos pruebas certeras que indiquen que este sea el motivo de la recuperación de la temperatura basal más temprana por parte de los dientes vitales.

También consideramos como una limitación importante la ausencia de más estudios similares previos al nuestro, lo que dificulta realizar comparaciones para contrastar nuestros resultados, así como también para tener una noción de que nuestro método es de lo más eficaz.

9 RESUMEN

En odontología, para la determinación de la vitalidad pulpar, se somete al diente a test térmicos y/o eléctricos, con el objetivo de generar una respuesta dolorosa que nos permita identificar si el diente se encuentra vital o desvital, siendo este un procedimiento invasivo e incomodo para los pacientes. Con el uso de un termómetro infrarrojo y a expensas del sistema vascular del diente, se pretende estudiar un método indoloro, objetivo y poco invasivo de la vitalidad pulpar.

OBJETIVO: Determinar y comparar el tiempo de recuperación de temperatura coronaria en dientes vitales y homólogos desvitalados tratados endodónticamente, después de un proceso de enfriamiento estandarizado.

MATERIALES Y MÉTODO: Estudio descriptivo de carácter clínico. La muestra consistió en 50 pares de dientes homólogos, uno vital y otro desvital con tratamiento endodóntico en pacientes de la facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso.

RESULTADOS: El tiempo de recuperación de la temperatura coronaria basal en dientes desvitalados, fue mayor con respecto a sus homólogos vitales.

DISCUSIÓN: Nuestros resultados tanto de la temperatura post-enfriamiento, como también los de los tiempo de recuperación de la temperatura coronaria basal en dientes vitales y desvitalados coinciden con lo encontrado por Pogrel en 1989 y Jafarzadeh en 2008 respectivamente.

CONCLUSIONES: Se determinó que después de un procedimiento de enfriamiento estandarizado, los dientes vitales recuperan su temperatura coronaria basal en menor tiempo que sus homólogos desvitalados.

10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

10.1 Referencias primarias

1) Ashraf Abd-Elmeguid, BDS, MSc; Donald C. Yu, DMD, CAGS, MScD, FRCD©; (2000): Dental Pulp Neurophysiology: Part 1. Clinical and Diagnostic Implications *International endodontic journal*, 33, 442-447.

2) (Ashraf Abd-Elmeguid, BDS, MSc; Donald C. Yu, DMD, CAGS, MScD, FRCD(C)) (1994): Dental Pulp Neurophysiology: Part 2. Current Diagnostic Tests to Assess Pulp Vitality
- Reliability of laser Doppler flowmetry in testing vitality of human teeth. (Ingólfsson AE, Tronstad L, Riva CE)

3) B. E. Kells, J. G. Kennedy, P. A. Biagioni & P. J. (February 2009): Computerized infrared thermographic imaging and pulpal blood flow: Part 2. Rewarming of healthy human teeth following a controlled cold stimulus, UK Lamey, School of Dentistry, The Queen's University of Belfast, Belfast, **JCDA** • www.cda-adc.ca/jcda, Vol. 75, No. 1

4) B. E. Kells, J. G. Kennedy, P. A. Biagioni & P. J. (February 2009): Computerized infrared thermographic imaging and pulpal blood flow: Part. A protocol for thermal imaging of human teeth (Lamey, School of Dentistry, The Queen's University of Belfast, Belfast, UK), **JCDA** • www.cda-adc.ca/jcda, Vol. 75, No. 2

5) Ciencia endodóntica, Carlos Estrela, 2005. Cap 1.

6) Ciencia endodóntica, Carlos Estrela, 2005. Cap 2.

7) Ciencia endodóntica, Carlos Estrela, 2005. Cap 6

8) E. Smith¹, M. Dickson², A. L. Evans¹, D. Smith¹ & C. A. Murray² (2004) An evaluation of the use of tooth temperature to assess human pulp vitality (1Department of Clinical Physics, Southern General Hospital; and 2Department of Adult Dental Care, University of Glasgow Dental School, Glasgow, UK) *International Endodontic Journal*, 37, 374–380, ^a

9) Fuss Z, Trowbridge H, Bender IB, Rickoff B, Sorin S. (1986): Assessment of reliability of electrical and thermal pulp testing agents. *J Endod*;12(7):301–5.

10) Hamid Jafarzadeh, DDS, MSc,* Christopher I. Udoe, BSc, BChD, FMCDs,† and Jun-Ichiro Kinoshita, DDS, PhD (2000): The Application of Tooth Temperature Measurement in Endodontic Diagnosis: A Review *International endodontic journal*, 33, 448-462.

11) Kim S.(1990) Neurovascular interactions in the dental pulp in health and inflammation. J Endod

12) .Iain A. Pretty, BDS(Hons), MSc, PhD (2004): A Closer Look at Diagnosis in Clinical Dental Practice: Part 1. Reliability, Validity, Specificity and Sensitivity of Diagnostic Procedures (

•Gerardo Maupomé, PhD) *Journal of the Canadian Dental Association April 2004, Vol. 70, No. 4.*

13) M. S. Simmons, DMD,* and T. D. Oleson, PhDt (1993): Auricular Electrical Stimulation and Dental Pain Threshold, *Department of Orofacial Pain and Occlusion, UCLA School of Dentistry, and Division of Behavioral Medicine, California Graduate Institute, Los Angeles, California. by the American Dental Society of Anesthesiology

14) Narhi MV *J Biol Buccale* (1985):. Dentin sensitivity: a review.; 13(2):75–96.

15) Narhi M, Jyvasjarvi E, Virtanen A, Huopaniemi T, Ngassapa D, Hirvonen T. (1992): Role of intradental A- and C-type nerve fibres in dental pain mechanisms. *Proc Finn Dent Soc*; 88 Suppl 1:507–16.

16) Vias de la pulpa, Cohen, 2011. Cap 1.

10.2 Referencias secundarias

17) Aquilino SA, Caplan DJ. (2002): Relationship between crown placement and the survival of endodontically treated teeth, *J Prosteth Dent*; 87:256-263.

18) Canavos, G. (1988). Probabilidad y Estadística: Aplicaciones y métodos. McGraw-Hill/Interamericana de Mexico

19) Catálogo de termómetros infrarrojos de precisión FLUKE 2013

20) Catálogo de termómetros infrarrojos médicos para bebés HEMEL 2013.

21). Catálogo de termómetros digitales MOBI 2013.

22) Cohen S, Burns RC, editors. (2002): .Pathways of the pulp. 8th ed. St. Louis: Mosby

23) Dakshita Joy Vaghela¹, Ashish Amit Sinha², (2011): Pulse oximetry and laser doppler flowmetry for diagnosis of pulpal vitality.

24) Funibunda, K.B (1986). A method of mesasuring the volume of human dental pulp cavities.

- 25) Graybil, M. (1963). Introduction to the theory of statistics. McGraw-Hill, Inc
- 26) Montgomery, D. (2001). Design and analysis of experiments. Fifth Edition. John Wiley & Sons, Inc.
- 27) Montgomery, D. (2003). Applied Statistics and Probability for Engineers. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc.
- 28) Nanci A, Ten Cate AR. (2003): Ten Cate's oral histology: development, structure, and function. 6th ed. St. Louis: Mosby.
- 29) Rencher, A. (2002). Methods of Multivariate Analysis. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc.

11 ANEXOS

11.1 Anexo 1 Consentimiento informado

Consentimiento informado para ser parte de un estudio de tesis

Título de tesis: “Determinación de vitalidad pulpar mediante uso de termómetro infrarrojo

”Investigadores: Nicolás Hurtado Acuña, Leonardo Navarro Bustamante, Camilo Quispe Valdez.

Nombre del paciente: _____

Se le invita a participar en este estudio de investigación odontológica, que busca encontrar avances que ayude a determinar mejores diagnósticos mediante pruebas menos invasivas. Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Usted cuenta con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto. Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme esta forma de consentimiento, de la cual se le entregará una copia firmada y fechada.

Objetivo del estudio

A usted se le está invitando a participar en un estudio de investigación que tiene como objetivos:

3.2 Objetivo general:

Determinar y comparar el tiempo de recuperación de temperatura coronaria en dientes vitales y homólogos desvitalizados tratados endodónticamente, después de un proceso de enfriamiento estandarizado.

3.3 Objetivos específicos:

6. Medir y comparar las temperaturas coronarias basales (TCB) de dientes vitales y desvitalizados homólogos.
7. Establecer un procedimiento de enfriamiento estandarizado para dientes vitales y sus homólogos desvitalizados.
8. Medir y comparar el tiempo que toma en recuperar la TCB en dientes vitales y homólogos desvitalizados, después del proceso de enfriamiento estandarizado.

9. Comparar los resultados obtenido entre diferentes tipos de dientes sin considerar la vitalidad.
10. Comparar los resultados obtenidos entre diferentes tipos de dientes, considerando vitalidad.

Beneficios del estudio

Este estudio busca generar una nueva manera de evaluar la presencia de vitalidad en los dientes, ya que en la actualidad esto se lleva a cabo con la aplicación de temperaturas extremas en los dientes examinados, lo que causa dolor al paciente en caso de que presente dicha vitalidad dentaria. Esto tiene además la idea de acercar al paciente a la odontología, siendo un primer paso en encontrar nuevas prácticas menos invasivas y molestas.

Procedimientos del estudio

En caso de aceptar participar en el estudio se le realizará un examen bucal, más específicamente a dos de sus dientes, uno con tratamiento de endodoncia y otro homólogo, es decir el que se corresponde del otro lado de la cara. En este examen se le medirá una temperatura inicial a ambos dientes, luego serán enfriados mediante aire frío durante 10 segundos para asegurarnos de que usted no presente molestias, finalmente tomaremos una serie de mediciones de temperatura a ambos dientes. La temperatura será medida con un termómetro infrarrojo el cual no produce molestias ni daño alguno a las estructuras orales. Para las mediciones pondremos pequeñas tómulas de algodón compactado entre la encía que circunda al diente y el labio, esto tampoco ocasiona molestias ni daños a los tejidos de la boca. Finalmente todos estos datos serán consignados en una ficha que será llenada por uno de nuestros examinadores.

Aclaraciones

- Su decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria.
- No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación.
- Si decide participar en el estudio puede retirarse en el momento que lo desee, aún cuando el investigador responsable no se lo solicite, pudiendo informar o no, las razones de su decisión, la cual será respetada en su integridad.
- No tendrá que hacer gasto alguno durante el estudio.
- No recibirá pago por su participación.
- La información obtenida en este estudio, utilizada para la identificación de cada paciente, será mantenida con estricta confidencialidad por el grupo de investigadores.

- Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado que forma parte de este documento.

Carta de consentimiento informado

Yo, _____ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo en participar en este estudio de investigación. Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento

Firma del participante _____

Fecha ____/____/____.

11.2 Anexo 2 Ficha única tesis N° 34



Ficha Única - Tesis N°34 Facultad de Odontología

Ficha N°: _____

Fecha: __/__/__.

DATOS PERSONALES

Apellido paterno

Apellido Materno

Nombres

RUT

Edad

Profesión/Oficio

Teléfono

EXÁMEN CLÍNICO

ANAMNESIS SISTÉMICA

Numeración de los dientes examinados para el estudio

	Diente vital examinado	Diente desvital examinado
N°1		
N°2		
N°3		

Datos recopilados

Diente vital N°1	Mediciones				
	1	2	3	4	5
Temperatura inicial (C°)					
T° post enfriamiento (C°)					
Tiempo recuperación (Seg)					
Diente desvital N°1	1	2	3	4	5
Temperatura inicial (C°)					
T° post enfriamiento (C°)					
Tiempo recuperación (Seg)					

Mediciones					
Diente vital N°2	1	2	3	4	5
Temperatura inicial (C°)					
T° post enfriamiento (C°)					
Tiempo recuperación (Seg)					
Diente desvital N°2	1	2	3	4	5
Temperatura inicial (C°)					
T° post enfriamiento (C°)					
Tiempo recuperación (Seg)					

Mediciones					
Diente vital N°3	1	2	3	4	5
Temperatura inicial (C°)					
T° post enfriamiento (C°)					
Tiempo recuperación (Seg)					
Diente desvital N°3	1	2	3	4	5
Temperatura inicial (C°)					
T° post enfriamiento (C°)					
Tiempo recuperación (Seg)					

11.3 Anexo 3 Análisis estadístico

Análisis estadístico

11.3.1 Análisis Exploratorio

Mediante esta primera parte del análisis estadístico, se expondrán los resultados obtenidos durante el periodo de tiempo donde se recopilaron las muestras de este estudio, con el objeto de mostrar las características que tienen los pacientes observados.

En primer término es necesario realizar un resumen de la información inicial en función a las variables de estudio. Como se manifestó en la metodología, la unidad de análisis son los dientes de los pacientes que cumplían con los criterios de inclusión y exclusión manifestados previamente. Además cada paciente debía poseer, para ingresar en el estudio, un diente vital y un diente homologo desvital con tratamiento endodóntico. Esta pareja de dientes corresponden a un N = 1. Por ende para obtener el N = 50 que determinamos en la metodología, fue necesario tomar muestra en 34 pacientes de los cuales en 3 obtuvimos N = 3, en 12 pacientes obtuvimos N= 2 y en 22 obtuvimos N = 1

Para cada una de estas parejas (Diente vital y desvital) se midieron variables como temperatura basal inicial promedio luego de 5 mediciones, temperatura post enfriamiento en una medición y la tiempo de recuperación del diente medido en segundos.

También en un segundo plano de importancia observamos el comportamiento de los dientes en función a las fluctuaciones de la temperatura según Edad, sexo y tipo de diente (Incisivo, lateral, canino o premolar).

La información básica recopilada viene resumida en las siguientes tablas, donde se usaron las diversas variables de interés dictaminadas en la metodología del estudio.

En la primera tabla es necesario mostrar la distribución de los pacientes por sexo y edades para obtener una idea general del tipo de pacientes que se analizó.

Tabla N°1: Resumen variable Edad de los pacientes distribuidos por sexo

Sexo	Nro Pacientes	Promedio	Desvest	Mín.	Máx.
Femenino	20	43,2	12,2	22	59
Masculino	14	32,8	11,0	21	58
Total general	34	38,9	12,7	21	59

Para los 34 pacientes en estudio se puede ver que la edad promedio es de 39 años con una desviación respecto de su media de 13 años aproximadamente, esta edad fluctúa entre los 21 y 59 años. Del total de pacientes estudiados 20 de ellos son mujeres y 14 hombres.

En la segunda tabla se muestra la temperatura basal promedio de las cinco mediciones en los 34 pacientes, esto nos muestra aproximadamente cual era la temperatura de los dientes al iniciar el estudio para dientes vitales y desvitalados.

Tabla N°2: Resumen de temperatura promedio usando las cinco mediciones distribuidos por vitalidad del diente

Variable	Vitalidad del Diente	N	Media	Desvest	Mínimo	Máximo	Rango
Temperatura promedio utilizando las cinco mediciones	Vital	50	36,06	,720	33	37	4
	Desvital	50	35,71	,678	33	37	4
Total		100	35,89	,719	33	37	4

En base a los resultados de la muestra, se observa que la temperatura basal promedio de las cinco mediciones es de 36 grados, con una desviación respecto de su media de 0,719 grados. Estas temperaturas fluctúan entre 33 y 37 grados Celsius, tanto para dientes vitales como desvitalados.

Es importante observar en estos datos que la temperatura basal inicial en dientes vitales es aproximadamente 0,4 grados celsius mayor que en dientes desvitalados.

La tercera tabla muestra los resultados obtenidos luego del proceso de enfriamiento de los dientes, registrándose este proceso en una sola medición en grados Celsius.

Tabla N°3: Resumen temperatura post enfriamiento distribuidos por vitalidad del diente

Variable	Vitalidad del Diente	N	Media	Desvest	Mínimo	Máximo	Rango
Temperatura Post – enfriamiento	Vital	50	34,54	1,099	31	36	5
	Desvital	50	34,17	1,069	30	36	6
Total		100	34,36	1,094	30	36	6

En base a los resultados de la muestra, se observa que la temperatura post enfriamiento es de 34,4 grados aproximadamente como promedio, con una desviación respecto de su media de 1,094 grados. Estas temperaturas fluctúan entre 30 y 36 grados Celsius.

Por ende observamos que tanto los dientes vitales y desvitalados disminuyeron en promedio, aproximadamente 1.5 grados desde su temperatura basal inicial promedio.

La cuarta tabla es de gran importancia para el estudio, puesto que nos permite conocer el tiempo que demora cada diente enfriado en recuperar su temperatura basal inicial.

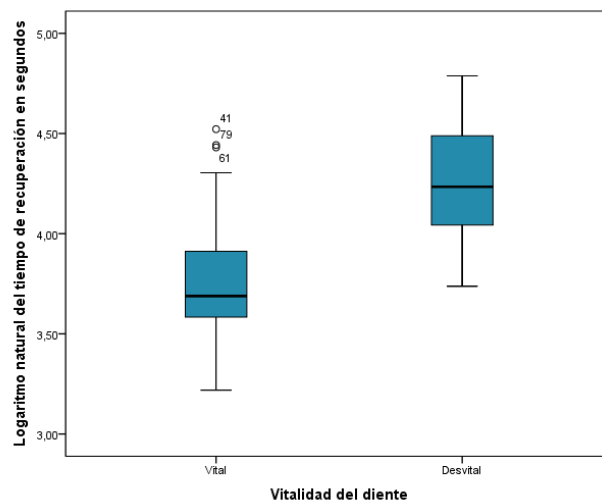
Tabla N°4: Resumen tiempo de recuperación en segundos distribuidos por vitalidad del diente

Variable	Vitalidad del Diente	N	Media	Desvest	Mínimo	Máximo	Rango
Tiempo de recuperación en segundos	Vital	50	44,86	14,709	25	92	67
	Desvital	50	73,50	20,089	42	120	78
Total		100	59,18	22,671	25	120	95

En base a los resultados de la muestra, se observa que el tiempo de recuperación promedio entre dientes vitales y desvital es de 59 segundos, con una desviación respecto de su media de 14,7 segundos. Este tiempo de recuperación fluctúa entre 25 y 120 segundos. En el caso de los dientes vitales el tiempo promedio de recuperación fue de 45 segundos aproximadamente, con una desviación respecto de la media de 20,08 segundos, y fluctuando entre los 25 y 92 segundos. Por otro lado, para los dientes desvital el tiempo promedio de recuperación fue aproximadamente 74 segundos, con una desviación de la media de 22,671 segundos, fluctuando entre 42 y 100 segundos. Esto permite observar que el tiempo de recuperación de la temperatura es menor en dientes vitales que en sus homólogos desvital.

A continuación se presentan algunos gráficos para representa la distribución del tiempo de recuperación según vitalidad del diente.

Grafico N°1: Diagrama de Cajas Tiempo de recuperación en segundo versus vitalidad del diente



En el Grafico N^o1, se puede ver que la distribución del tiempo de recuperación de los dientes según vitalidad es distinta. Se observa que en los dientes desvital es el tiempo de recuperación es mayor con respecto a los vitales.

11.3.2 Análisis Confirmatorio

En esta segunda parte del análisis estadístico se pretende verificar la hipótesis de estudio y responder a los objetivos específicos. Para realizar este tipo de pruebas estadísticas se propone usar un modelo que capture los efectos medios del tiempo de recuperación de los dientes vitales respecto a su homologo desvital. Para lograr que el análisis cumpla con todos los supuestos, se ha realizó una transformación logarítmica a la variable Tiempo de recuperación.

11.3.2.1- Prueba estadística N° 1:

En este punto se pretende probar la siguiente hipótesis de estudio:

“La recuperación de temperatura coronaria es más lenta en dientes desvital es respecto de su homólogos vitales después del mismo proceso de enfriamiento”, es decir, el tiempo de recuperación es mayor en dientes desvital es que en dientes vitales.

Definamos el siguiente modelo

$$y_{ij}^* = \mu_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde, supuesto y_{ij}^* proviene de una distribución normal (Ver Anexo)

- y_{ij}^* : $\ln(TR)$ Transformación logaritmo natural del Tiempo de recuperación en segundos de la i -ésima vitalidad del diente ($i = 1, 2$) y j -ésimo paciente ($j = 1, n_i$).
- μ_1 es el tiempo de recuperación promedio de los dientes vitales en $\ln(\text{segundos})$.
- μ_2 es el tiempo de recuperación promedio de los dientes desvital es en $\ln(\text{segundos})$.
- ε_{ij} es el error asociado al modelo, que se distribuye normal con media cero y varianza σ^2 .

Para este modelo se plantean las siguientes hipótesis:

$$H_0: \mu_1 \geq \mu_2$$
$$H_1: \mu_1 < \mu_2$$

Para cada uno de los parámetros μ_1 y μ_2 se tienen las siguientes estimaciones. La hipótesis nula H_0 propone que el tiempo de recuperación promedio del diente vital es mayor o igual al tiempo de recuperación del diente desvital. En cambio H_1

propone que el tiempo de recuperación promedio del diente vital, es menor que el tiempo de recuperación promedio del diente desvital.

Se rechaza H_0 si

$$R.C = \{t < -t(n_1 + n_2 - 2; 1 - \alpha)\}$$

Tabla N°5: Resumen prueba estadística para el tiempo de recuperación (seg.) según vitalidad del diente.

Tiempo de recuperación (seg)	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
Se han asumido varianzas iguales	0,03	0,86	-9.06	98	,000	-0,50	0,06	-0,61	-0,39

Otra forma de abordar esta hipótesis es mediante la construcción de intervalos de confianzas, donde el criterio sería, si los intervalos se intersectan, se puede decir que son iguales, en caso contrario se dice que son distintos con un nivel de confianza del 95%.

Tabla N°6: Estadísticas para el tiempo de recuperación (seg.) según vitalidad del diente

Vitalidad del diente	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Intervalo de Confianza del 95% para la media poblacional	
					Límite Inferior	Límite Superior
1 Vital	50	3,76	0,29	0,04	3,68	3,84
2 Desvital	50	4,26	0,27	0,04	4,19	4,34

En base a los resultados obtenidos en la Tabla N°6, se tiene que el tiempo de recuperación de los dientes vitales se mueve entre $3.68 < \mu_1 < 3.84 \ln(seg)$ con 95% de confianza y el tiempo de recuperación de los dientes desvital se mueve entre $4.19 < \mu_2 < 4.34 \ln(seg)$ con 95% de confianza. Claramente estos intervalos no se intersectan. Además, el tiempo de los dientes desvital es mayor por lo que confirma la hipótesis realizada anteriormente.

11.3.2.2 Prueba estadística N°2:

De igual forma que en el caso anterior, se analizará el tiempo de recuperación promedio entre tipos de diente, aunque en primer término no se tomará en cuenta la variable de la vitalidad de los dientes. Entonces, definamos el siguiente modelo:

$$y_{ij}^* = \mu_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde, supuesto y_{ij}^* proviene de una distribución normal (Ver Anexo)

- y_{ij}^* : $\ln(TR)$ Transformación logaritmo natural del Tiempo de recuperación en segundos del i - ésimo diente en estudio ($i = 1, 2, 3, 4$) y j - ésimo paciente ($j = 1, n_i$).
- μ_1 es el tiempo de recuperación medio de los tipos de dientes centrales en $\ln(seg)$,
- μ_2 es el tiempo de recuperación medio de los tipos de dientes laterales en $\ln(seg)$,
- μ_3 es el tiempo de recuperación medio de los tipos de dientes canino en $\ln(seg)$ y
- μ_4 es el tiempo de recuperación medio de los tipos de dientes premolares en $\ln(seg)$,
- ε_{ij} es el error asociado al modelo que se distribuye normal con media cero y varianza σ^2 .

En este punto se realizaran dos pruebas estadísticas. La primera prueba verifica si el tiempo de recuperación en $\ln(seg)$ para los dientes centrales, laterales, caninos y premolares son iguales en conjunto.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$$H_1: \text{Al menos dos medias son distintas}$$

Tabla N°7: Estadísticas descriptivas para el tiempo de recuperación en $\ln(seg)$ para cada diente en estudio

Diente en estudio	Media	Desviación típica	N
1 Central	3,9454	,34151	34
2 Lateral	4,0444	,39365	28
3 canino	4,0629	,36971	10
4 Premolar	4,0384	,40103	28
Total	4,0109	,37376	100

Tabla N°8: Análisis de varianza para probar la hipótesis

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	,225	3	,075	,530	,663
Error	13,605	96	,142		

Considerando un nivel de significancia del 5%, se puede decir que hay evidencia estadística para decir que el tiempo de recuperación en $\ln(seg)$ para cada tipo de diente es la misma.

La segunda prueba realizara pruebas estadísticas de pares de diente respecto al tiempo de recuperación en $\ln(seg)$.

$$H_0: \mu_i = \mu_j$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j$$

Tabla N°9. Comparación múltiple para el tiempo de recuperación en $\ln(seg)$ según diente en estudio (Bonferroni)

Nro Prueba	Dientes en estudio		Diferencia de medias	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
						Límite inferior	Límite superior
1	Central	Lateral	-0,10	0,10	1,00	-0,36	0,16
2		Canino	-0,12	0,14	1,00	-0,48	0,25
3		Premolar	-0,09	0,10	1,00	-0,35	0,17
4	Lateral	Canino	-0,02	0,14	1,00	-0,39	0,36
5		Premolar	0,01	0,10	1,00	-0,27	0,28
6	Canino	Premolar	0,02	0,14	1,00	-0,35	0,40

Se puede apreciar que para una de las seis combinaciones no hay diferencias significativas entre el tiempo de recuperación y tipo de diente, con un nivel de confianza del 95%.

A continuación se quiere probar que las varianzas de los cuatro grupos son iguales. Se plantea la siguiente hipótesis:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$$

$$H_1: \text{al menos dos varianzas son distintas}$$

Tabla N°10: Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error

F	gl1	gl2	Sig.
,450	3	96	,718

Este test se utiliza para comprobar que la varianza de cada tipo de diente es la misma. Se puede observar que la probabilidad de significancia es del 71%, por lo que se puede decir que las varianzas son iguales.

11.3.2.3 Prueba estadística N°3:

Mediante estas pruebas estadísticas se pretende estudiar la comparación del tiempo de recuperación promedio para cada tipo de diente según vitalidad.

Para llevar a cabo este análisis se plantea el siguiente modelo:

$$y_{ijk}^* = \mu_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde, supuesto y_{ij}^* proviene de una distribución normal (Ver Anexo)

- y_{ijk}^* : $\ln(TR)$ Transformación logaritmo natural del Tiempo de recuperación en segundos del i -ésimo diente en estudio ($i = 1, 2, 3, 4$) y j -ésimo paciente ($j = 1, n_{ik}$) y vitalidad del diente $k = 1, 2$
- μ_{11} es el tiempo de recuperación medio de los tipos de dientes centrales vitales en $\ln(seg)$,
- μ_{12} es el tiempo de recuperación medio de los tipos de dientes centrales desvitalizados en $\ln(seg)$,
- μ_{21} es el tiempo de recuperación medio de los tipos de dientes laterales vitales en $\ln(seg)$,
- μ_{22} es el tiempo de recuperación medio de los tipos de dientes laterales desvitalizados en $\ln(seg)$,
- μ_{31} es el tiempo de recuperación medio de los tipos de dientes caninos vitales en $\ln(seg)$,
- μ_{32} es el tiempo de recuperación medio de los tipos de dientes caninos desvitalizados en $\ln(seg)$,
- μ_{41} es el tiempo de recuperación medio de los tipos de dientes premolares vitales en $\ln(seg)$,
- μ_{42} es el tiempo de recuperación medio de los tipos de dientes premolares desvitalizados en $\ln(seg)$,
- ε_{ijk} es el error asociado al modelo que se distribuye normal con media cero y varianza σ^2 .

En esta sección se realizarán dos pruebas estadísticas. La primera prueba verifica si el tiempo de recuperación en $\ln(seg)$ para los dientes centrales vitales-desvitalizados, laterales vitales-desvitalizados, caninos vitales-desvitalizados y premolares vitales-desvitalizados son iguales en conjunto.

$$H_0: \mu_{11} = \mu_{12} = \mu_{21} = \mu_{22} = \mu_{31} = \mu_{32} = \mu_{41} = \mu_{42}$$
$$H_1: \text{Al menos dos medias son distintas}$$

Tabla N°11: Estadísticas descriptivas para el tiempo de recuperación en $\ln(seg)$ para cada diente en estudio

Grupos	Media	Desviación típica	N
1 Diente Central – Vital	3,69	0,23	17
2 Diente Central - Desvital	4,20	0,22	17
3 Diente Lateral – Vital	3,79	0,33	14
4 Diente Lateral - Desvital	4,30	0,27	14
5 Diente Canino – Vital	3,81	0,11	5
6 Diente Canino - Desvital	4,31	0,37	5
7 Diente Molar – Vital	3,80	0,34	14
8 Diente Molar – Desvital	4,28	0,30	14
Total	4,01	0,37	100

Tabla N°12: Análisis de varianza para probar la hipótesis

$$H_0: \mu_{11} = \mu_{12} = \mu_{21} = \mu_{22} = \mu_{31} = \mu_{32} = \mu_{41} = \mu_{42}$$

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	6,53	7	0,93	11,75	0,00
Error	7,30	92	0,08		

Considerando un nivel de significancia del 5%, se puede decir que hay evidencia estadística para decir que el tiempo de recuperación en $\ln(seg)$ para cada tipo de diente es distintos.

El segundo análisis realizará pruebas estadísticas de pares de diente respecto al tiempo de recuperación promedio en $\ln(seg)$.

$$H_0: \mu_{ik} = \mu_{jk}$$

$$H_1: \mu_{ik} \neq \mu_{jk}$$

Tabla N°13. Comparación múltiple para el tiempo de recuperación en ln(seg) según diente en estudio (Bonferroni)

Nro Pruebas	Tiempo de recuperación (seg) x Tipo dientes x Vitalidad	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%		
					Límite inferior	Límite superior	
1	1 Diente Central - Vital	2 Central - Desvital	-,515*	0,10	0,00	-0,83	-0,20
2		3 Lateral - Vital	-0,11	0,10	1,00	-0,43	0,22
3		4 Lateral - Desvital	-,607*	0,10	0,00	-0,93	-0,28
4		5 Canino - Vital	-0,12	0,14	1,00	-0,58	0,34
5		6 Canino - Desvital	-,627*	0,14	0,00	-1,09	-0,17
6		7 Premolar - Vital	-0,11	0,10	1,00	-0,43	0,22
7		8 Premolar - Desvital	-,594*	0,10	0,00	-0,92	-0,27
8		2 Diente Central - Desvital	3 Lateral - Vital	,409*	0,10	0,00	0,08
9	4 Lateral - Desvital		-0,09	0,10	1,00	-0,42	0,23
10	5 Canino - Vital		0,39	0,14	0,21	-0,07	0,85
11	6 Canino - Desvital		-0,11	0,14	1,00	-0,57	0,35
12	7 Premolar - Vital		,408*	0,10	0,00	0,08	0,73
13	8 Premolar - Desvital		-0,08	0,10	1,00	-0,41	0,25
14	3 Diente Lateral - Vital	4 Lateral - Desvital	-,501*	0,11	0,00	-0,84	-0,16
15		5 Canino - Vital	-0,02	0,15	1,00	-0,49	0,45
16		6 Canino - Desvital	-,521*	0,15	0,02	-0,99	-0,05
17		7 Premolar - Vital	0,00	0,11	1,00	-0,34	0,34
18		8 Premolar - Desvital	-,488*	0,11	0,00	-0,83	-0,15
19	4 Diente Lateral - Desvital	5 Canino - Vital	,484*	0,15	0,04	0,01	0,96
20		6 Canino - Desvital	-0,02	0,15	1,00	-0,49	0,45
21		7 Premolar - Vital	,500*	0,11	0,00	0,16	0,84
22		8 Premolar - Desvital	0,01	0,11	1,00	-0,33	0,36
23	5 Diente Canino - Vital	6 Canino - Desvital	-0,50	0,18	0,16	-1,08	0,07
24		7 Premolar - Vital	0,02	0,15	1,00	-0,46	0,49
25		8 Premolar - Desvital	-0,47	0,15	0,05	-0,94	0,00
26	6 Diente Canino - Desvital	7 Premolar - Vital	,520*	0,15	0,02	0,05	0,99
27		8 Premolar - Desvital	0,03	0,15	1,00	-0,44	0,51
28	7 Premolar - Vital	8 Premolar - Desvital	-,487*	0,11	0,00	-0,83	-0,14

La Tabla N°13 muestra todas las combinaciones de pares que se pueden realizar entre los ocho efectos medios. Se han marcado de color todas las pruebas con

diferencias significativas, es decir, el tiempo de recuperación entre tipo de diente vital – desvital es distinto. Además, se construyeron unos intervalos de confianza del 95% para la diferencia de media. Por ejemplo, si comparamos el tiempo de recuperación medio en $\ln(seg)$ de los dientes centrales vitales con su homólogo desvital se puede observar que existe una diferencia significativa considerando un nivel de significancia del 5%. Además, se puede saber que el tiempo de recuperación de los dientes desvital es mayor.

A continuación se quiere probar que las varianzas de los ocho grupos son iguales. La hipótesis a probar es

$$H_0: \sigma_{11}^2 = \sigma_{12}^2 = \sigma_{21}^2 = \sigma_{22}^2 = \sigma_{31}^2 = \sigma_{32}^2 = \sigma_{41}^2 = \sigma_{42}^2$$

$$H_1: \text{al menos dos varianzas son distintas}$$

Tabla N°14: Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error

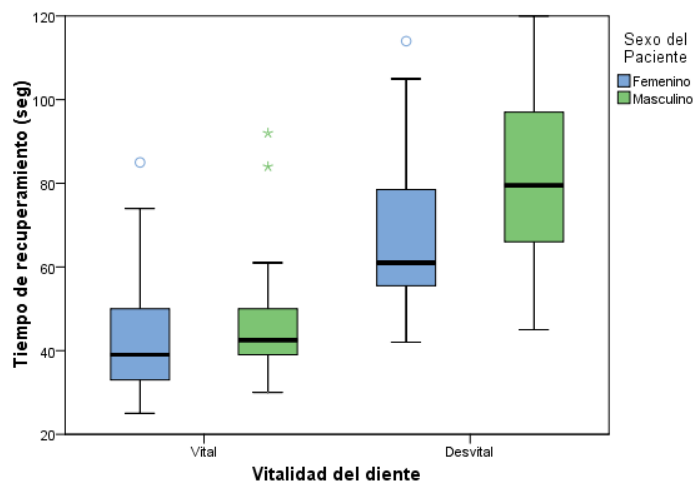
F	gl1	gl2	Sig.
1.791	7	92	0.098

Este test se utiliza para comprobar que las varianzas de los dientes de cada tipo de diente en estudio es la misma, se puede ver que la probabilidad de significancia es del 9.8%, por lo que se puede decir que las varianzas son iguales.

11.3.3 Gráficos

En este capítulo se realiza un análisis descriptivo grafico de las variables tiempo de recuperación, respecto al sexo y vitalidad del diente

Grafico N°2: Diagrama de Cajas Tiempo de recuperación en segundo versus género y vitalidad del diente.



Al analizar la distribución del tiempo de recuperación en segundos respecto al género de los pacientes y la vitalidad del diente, se puede observar que el tiempo de recuperación para los dientes vitales es similar en ambos géneros. De igual forma para los dientes desvital es similar.

Grafico N°3: Diagrama de Cajas Tiempo de recuperación en segundo versus Diente en estudio y vitalidad del diente.

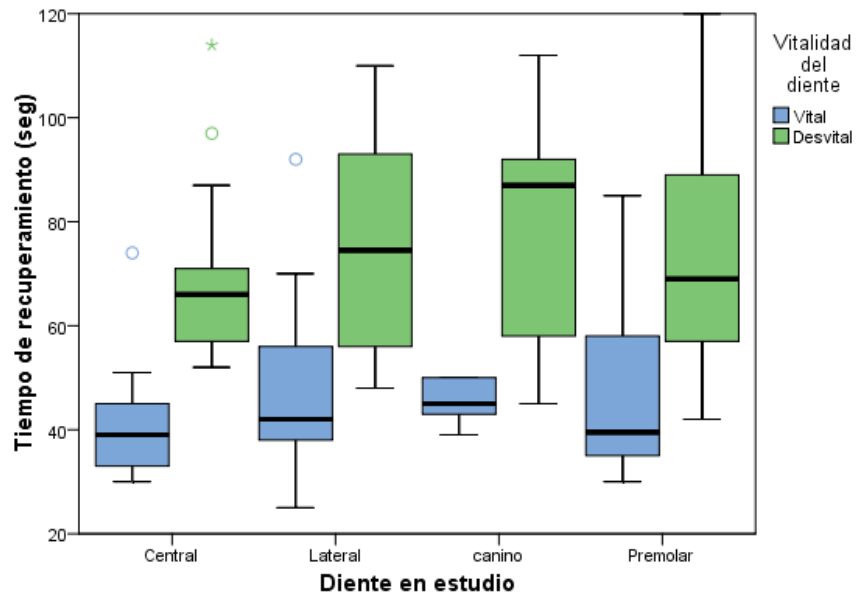


Grafico N°4: Diagrama de Cajas Temperatura post enfriamiento versus género y vitalidad del diente.

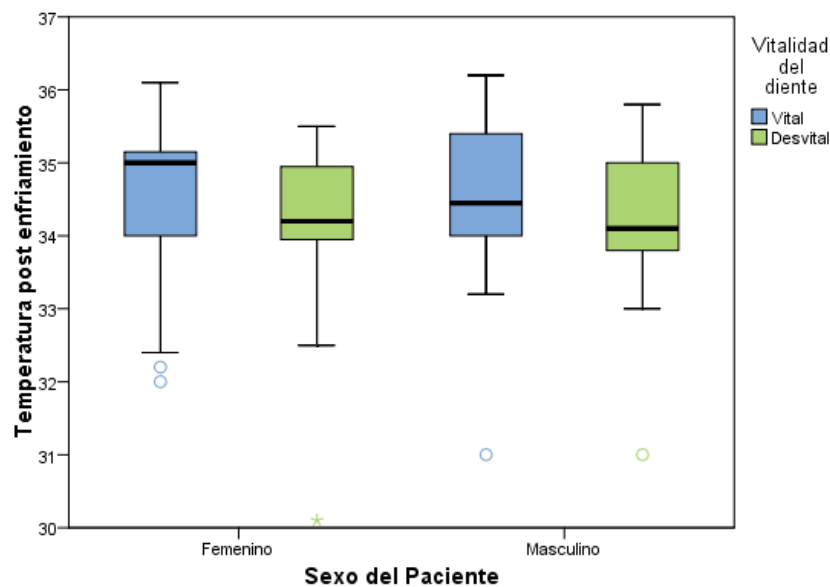
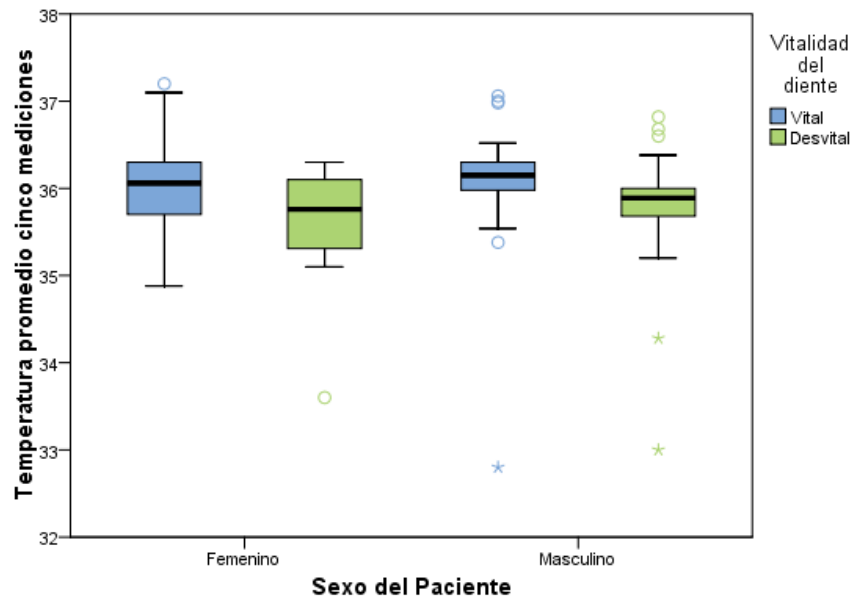


Grafico N°5: Diagrama de Cajas Temperatura post enfriamiento versus género y vitalidad del diente.



11.3.4 Verificación Supuesto de Normalidad. Test de Normalidad de Shapiro-Wilks

Contrasta la hipótesis que si una muestra procede de una población Normal, sin necesidad de dar información sobre los parámetros de la población. Sea una muestra aleatoria simple X_1, X_2, \dots, X_n procedente de una población con función de distribución acumulada $F(x)$ desconocida, y se pretende contrastar la hipótesis:

H_0 : La muestra procede de una población con función de distribución acumulada $F(x)$ Normal con parámetros de media y varianza desconocidos.

H_1 : La muestra procede de una población cuya distribución no es Normal.

Para ello, ordenamos la muestra de menor a mayor de tal manera que:

$$X_{(1)} \leq X_{(2)} \leq \dots \leq X_{(n)}$$

donde $X_{(i)}$ indica la observación i -ésima más pequeña o estadístico de orden i . El estadístico de Shapiro-Wilks viene dado por:

$$W = \frac{[\sum_{i=1}^k a_i (X_{(n-i+1)} - X_i)]}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

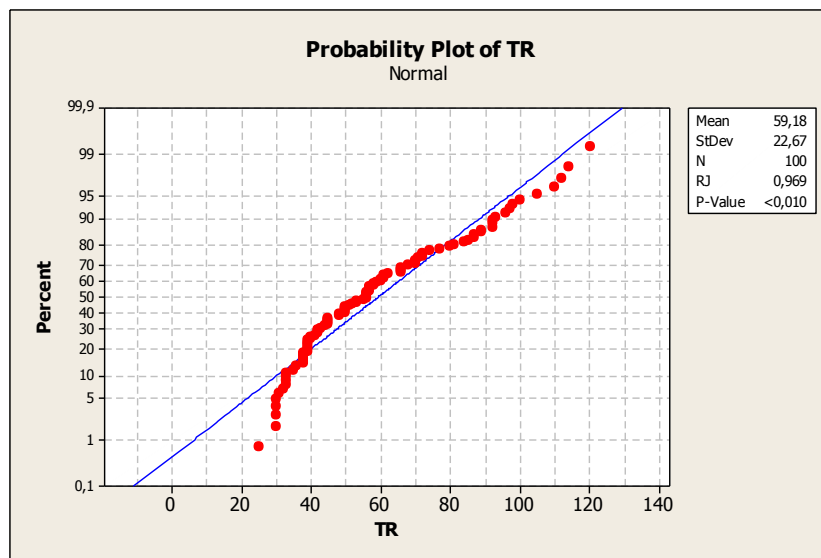
En donde $k = \frac{n}{2}$ si n es par, $k = \frac{n-1}{2}$ si n es impar y a_i son los coeficientes tabulados. La región crítica del test viene dado por el valor W , tal que:

$$P(W < W_\alpha / H_0) = \alpha$$

En donde el valor W_α puede ser encontrado en tablas; el cual entrega los valores críticos W_α para diferentes valores de n y α .

Por otro lado, el software MINITAB entrega los resultados por medio de gráficos de papel de probabilidad, estadísticas de pruebas y p-valor. Este procedimiento es similar al test de Shapiro-Wilks. No obstante, este software entrega bandas de confianza o envelope para los gráficos de papel de probabilidad. La idea de las bandas de confianza es graficar si se cumple el la hipótesis nula y para esto todos los puntos deben caer dentro de esta banda de confianza. A medida que los puntos se ajustan mejor a la recta, esto evidencia que existe una mayor probabilidad de que los datos provengan de una distribución normal.

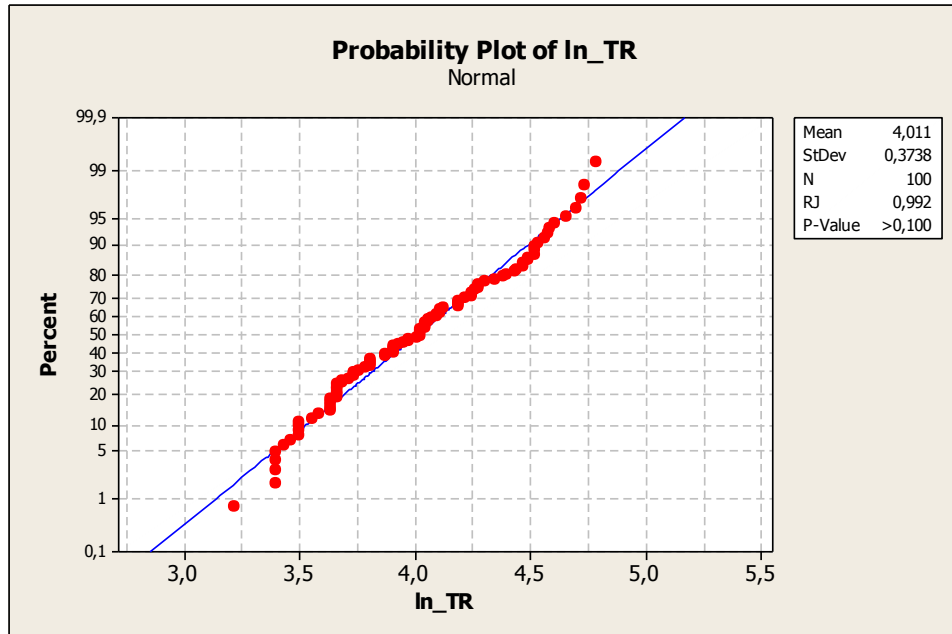
Grafico N°6. Gráfico de probabilidad para la variable Tiempo de recuperación (en segundos)



Al realizar el test de normalidad Shapiro Wilks para el tiempo de recuperación en segundos se puede ver que la probabilidad de significancia (p-valor) es menor al 1%, es decir, que hay evidencia estadística para decir que los datos **no** siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

En este caso se recomienda utilizar una transformación adecuada para lograr normalidad, existen varias alternativas para este caso, como puede ser utilizar la raíz cuadrada de la variable ($\sqrt{\cdot}$), logaritmo en base 10 o $e = 2.71$. Para este caso se utilizará la transformación log en base e o logaritmo natural de la variable Tiempo de recuperación

Grafico N°7. Gráfico de probabilidad para la variable Tiempo de recuperación (en segundos) usando la transformación logaritmo natural $\ln(TR)$.



Para la transformación del logaritmo natural al tiempo de recuperación en segundos se puede ver que la probabilidad de significancia (p-valor) mayor al 10%, es decir, que hay evidencia estadística para decir que los datos siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

11.4 Anexo 4 Presupuestos o Recursos necesarios

Los recursos que en este trabajo se hacen indispensables para la realización del mismo, y a la vez, son mínimos para la implementación del instrumento de medición.

11.4.1 Insumos básicos de examen:

- 100 vasos desechables
- 1 bolsa con eyectores
- 2 cajas de mascarillas
- 3 caja de guantes de látex M
- 3 caja de tómulas de algodón
- 40 bandejas con instrumental estéril
- 3 Toallas nova
- 3 Pecheras

11.4.2 Materiales preparación instrumental:

- Manga esterilización para bandejas.
- Selladora.

11.4.3 Materiales para el registro de información (ficha clínica):

- Resma de hojas.
- Impresora.
- Computador con programa Office.
- Lápices pasta.
- Perforadora, tijera, corchetera.
- Archivador o carpeta.

11.4.4 Recursos físicos:

- Servicio de esterilización de la Facultad de Odontología – Universidad de Valparaíso.
- Salas de estudio y acceso a bibliografía disponibles en la Biblioteca de la Facultad.
- Box Dentales de la Clínica B.

11.4.5 Material de registro de temperatura

- Termómetro Infrarrojo

11.4.6 Material de registro de periodo de tiempo

- Cronómetro digital