



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA
DEPARTAMENTO DEL NIÑO Y ORTOPEDIA DENTOMAXILAR
ÁREA DE ORTODONCIA**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA POSICIÓN NATURAL DE CABEZA ENTRE
LAS DISTINTAS CLASES ESQUELETALES MEDIANTE FOTOGRAMETRÍA
FACIAL EN PACIENTES DEL PROGRAMA CONDUCTENTE AL TÍTULO
PROFESIONAL DE ESPECIALISTA EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA DMF DE
LA FOUCH 2018-2019**

Rocio Belén Serrano Herrera.

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
CIRUJANO-DENTISTA**

TUTOR PRINCIPAL

Prof. Dra. Marie Claire Hempel Leyton

TUTORES ASOCIADOS

Prof. Dr. Cristian Vergara Núñez

Adscrito a PERIODO 002/017

Santiago – Chile

2019



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA
DEPARTAMENTO DEL NIÑO Y ORTOPEDIA DENTOMAXILAR
ÁREA DE ORTODONCIA**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA POSICIÓN NATURAL DE CABEZA ENTRE
LAS DISTINTAS CLASES ESQUELETALES MEDIANTE FOTOGRAMETRÍA
FACIAL EN PACIENTES DEL PROGRAMA CONDUCENTE AL TÍTULO
PROFESIONAL DE ESPECIALISTA EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA DMF DE
LA FOUCH 2018-2019**

Rocio Belén Serrano Herrera.

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
CIRUJANO-DENTISTA**

TUTOR PRINCIPAL

Prof. Dra. Marie Claire Hempel Leyton

TUTORES ASOCIADOS

Prof. Dr. Cristian Vergara Núñez

Adscrito a PERIODO 002/017

Santiago – Chile

2019

AGRADECIMIENTOS

A mis tutores, Dra. Hempel y Dr. Vergara por acogerme como tesista en su área de investigación, por siempre tener buena disposición para hacer correcciones, aclarar dudas y resolver inquietudes que se fueron presentando durante el desarrollo de mi trabajo de investigación. Muchas gracias por su buena voluntad y motivación constante.

A mis padres y familiares por apoyarme en todas las decisiones que he tomado y por confiar en mí. En especial a mi madre, por ser el pilar fundamental de mi vida.

A Andrés, por ayudarme y apoyarme durante este proceso, no habría sido lo mismo sin ti, muchas gracias.

A mis amigos, Camila y Manuel, por estar conmigo en las buenas y malas y entregarme los mejores momentos durante la carrera.

A todos mis compañeros que conocí durante estos 6 años de estudios. Muchas gracias por los buenos momentos vividos, hicieron que esta experiencia fuera mucho mejor.

A todos los docentes que me enseñaron de manera empática, entendieron las dificultades que se presentaron y me ayudaron a superar los obstáculos, en pro de mi aprendizaje y los pacientes. Muchas gracias por su paciencia.

ÍNDICE

1. Resumen	1
2. Marco teórico	2
2.1 Antropometría	2
2.1.1 Antropometría Directa	2
2.1.2 Antropometría Indirecta en Ortodoncia	3
2.1.2.1 Antropometría indirecta en ortodoncia: Radiografía lateral de cráneo y cefalometría	3
2.1.2.2 Antropometría indirecta en ortodoncia: Fotogrametría	9
2.2 Posición Natural de la Cabeza	11
2.3 Clase Esqueletal	14
2.4 PNC y su relación con la clase esquelética	17
3. Hipótesis y objetivos	19
3.1 Hipótesis	19
3.2 Objetivo general	19
3.3 Objetivos específicos	19
4. Materiales y métodos	20
4.1 Tipo de estudio:	20
4.2 Muestra	20
4.2.1 Criterios de inclusión de la muestra:	21
4.2.2 Criterios de exclusión de la muestra:	21
4.3 Registro de fotografías clínicas:.....	21
4.3.1 Parámetros de la cámara fotográfica:	21
4.3.2 Entorno y accesorios	22
4.3.3 Protocolo de obtención de la fotografía.....	23
4.3.3.1 Preparación del voluntario:	23
4.3.3.2 Posicionamiento del voluntario:	23
4.3.3.3 Procedimiento	24
4.4 Determinación de la clase esquelética	25
4.5 Definición de planos utilizados	26
4.6 Calibración	27
4.7 Fotogrametría	29

4.8 Análisis Estadístico:	30
5. Resultados.....	31
6. Discusión:.....	35
7. Conclusiones:	41
8. Referencias Bibliográficas:.....	42
9. Anexos y apéndices:	49
9.1 Anexo 1. Carta de aprobación del Comité de Ética Científico de la FOUCH	49
9.2 Anexo 2. Carta de aprobación de la Dirección de Investigación de la FOUCH	54
9.3 Anexo 3. Certificado de aprobación del Comité Institucional de Bioseguridad de la FOUCH	55
9.4 Anexo 4. Consentimiento informado aprobado por el Comité de Ética Científico de la FOUCH.....	56

1. RESUMEN

Introducción: La antropometría es el estudio de las dimensiones y proporciones de las partes del cuerpo humano. Se puede llevar a cabo de forma directa e indirecta. Dentro de la indirecta se encuentra la fotogrametría y la cefalometría. Para obtener registros confiables y reproducibles, es necesario estandarizar la técnica, por lo que es requisito definir la posición de la cabeza, ya que, de no hacerlo, es probable que se cometan errores en el diagnóstico y tratamiento. La *Posición Natural de Cabeza* (PNC) es una posición individual, fisiológica y estable cuando la persona está de pie mirando al horizonte. Se ha descrito que la PNC está influenciada por la clase esquelética. El objetivo del presente estudio es determinar si existen diferencias en la inclinación de la PNC entre las clases esqueléticas.

Materiales y Métodos: Este trabajo correspondió a un estudio observacional analítico transversal. La muestra inicial fue de 87 voluntarios entre 18 y 50 años. Luego de determinar la clase esquelética en cefalometría mediante el software BlueSkyPlan®, y el análisis de Steiner y Wits, la muestra final correspondió a 45 pacientes, 15 por cada clase esquelética. A cada participante se le tomó una fotografía de perfil en PNC. Mediante software Photoshop® se trazó un plano entre los puntos Tragon y exocanto (plano Tr-ex) y se midió el ángulo formado respecto a la horizontal verdadera en el programa UTHSCSA ImageTool 3.0®, determinando así la inclinación de la PNC. Los datos obtenidos fueron tabulados en una planilla Excel® y analizados estadísticamente en el software Stata 14S/E®.

Resultados: El valor promedio de la inclinación del plano Tr-ex en PNC fue de 24,94° en la clase I, 18,26° en la clase II, y 22,02° en la clase III, encontrándose diferencias estadísticas entre la clase esquelética I y II ($p = 0,001$).

Conclusiones: Este estudio evidenció una diferencia de 6,68° en la inclinación de la PNC entre los pacientes clase I y II esquelética, con significancia estadística, por lo que se concluye que los pacientes clase II esquelética tienen una PNC más inclinada hacia anterior respecto a los pacientes clase I, en la muestra analizada.

2. MARCO TEÓRICO

En la práctica clínica ortodóncica, el análisis de un caso es un procedimiento que incluye el estudio de las estructuras craneofaciales con el fin de apreciar el estado de armonía y balance en los pacientes; por lo anterior, es imperante que se haga correctamente, para que no existan futuras fallas en el tratamiento debido a diagnósticos erróneos (Scougall Vilchis, Contreras Bulnes y Kubodera Ito, 2008).

2.1 Antropometría

La antropometría es el estudio de las dimensiones y proporciones de las partes del cuerpo humano, con el propósito de comprender los cambios físicos del hombre y las diferencias entre sus razas (Prieto y Salazar, 2010)

La morfología facial es una característica fenotípica importante que ayuda en el diagnóstico de varios trastornos maxilofaciales y genéticos. La compleja estructura tridimensional de esta región junto con las consideraciones estéticas y funcionales plantean desafíos significativos. Por lo tanto, los clínicos requieren datos de referencia sobre la morfología externa e interna del tejido blando tanto de la cara normal como de las distintas alteraciones. Además, los cambios que se producen en la cara después de realizar tratamiento deben evaluarse objetivamente y recopilarse en registros clínicos (Jayaratne y Zwahlen, 2014).

La antropometría craneofacial es una técnica objetiva basada en una serie de medidas y proporciones, que facilita la caracterización de la variación fenotípica y la cuantificación de la dismorfología (Heymsfield y *cols.*, 2018).

2.1.1 Antropometría Directa

La antropometría puede ser realizada de forma directa en los individuos. Las medidas obtenidas por este método son tomadas directamente de la superficie de la cabeza y la cara. La compleja superficie de la cara requiere un gran número de medidas incluyendo la determinación de la proyección y las distancias tangenciales

(medidas en milímetros), las inclinaciones y los ángulos (medidos en grados). Lo anterior puede ser obtenido utilizando instrumentos, como: calibrador lineal, calibrador angular, paralelómetro y Goniómetro (Prieto y Salazar, 2010). Dicho método es considerado el estándar para este análisis.

2.1.2 Antropometría Indirecta en Ortodoncia

Debido a que la antropometría directa requiere cierto nivel de competencias de los examinadores y es difícil de calibrar, las mediciones indirectas son las que se utilizan con mayor frecuencia en el examen facial para llegar al diagnóstico del paciente (Han y cols., 2010).

Entre los métodos de medición indirecta, encontramos la cefalometría, en la que se utiliza una telerradiografía lateral de cráneo y la fotogrametría como los más utilizados. (Han y cols., 2010).

Al ser el examen facial una parte clave del diagnóstico en ortodoncia y la fotogrametría una de las herramientas más útiles en este proceso, es relevante realizar todos los esfuerzos tendientes a disminuir la posibilidad de errores en esta etapa. Las complicaciones ortodónticas podrían originarse en errores de diagnóstico y no en fallas en la ejecución del tratamiento.

2.1.2.1 Antropometría indirecta en ortodoncia: Radiografía lateral de cráneo y cefalometría

La radiografía lateral de cráneo está íntimamente relacionada con la craneometría, utilizada ampliamente en antropología física para hacer mediciones directas en cráneos secos y en seres vivos. Este examen es un procedimiento radiográfico empleado en odontología, que permite efectuar un estudio denominado cefalometría, obteniendo ángulos y medidas lineales craneofaciales del paciente (Colilaf Espinoza, 2016). El análisis cefalométrico de la radiografía lateral de cráneo constituye un método preciso de interpretación de las estructuras dentomaxilares, en el cual la ortodoncia fundamenta gran parte del diagnóstico y plan de tratamiento

a realizar. Este estudio se realiza en base a mediciones craneofaciales obtenidas de trazados efectuados sobre telerradiografías laterales de cráneo estandarizadas (Colilaf Espinoza, 2016). El ortodoncista logra un conocimiento más profundo de las estructuras sobre las cuales trabajaba, permitiendo ver los tejidos óseos a través de los tejidos blandos (Canut, 1988).

El equipo empleado para tomar esta radiografía consta de un cefalostato y de una unidad de rayos X. El cefalostato presenta un par de olivas que se ubican en ambos conductos auditivos externos y un soporte anterior que se ubica en el Nasion (N). La finalidad de esto es lograr una posición estable de la cabeza, la cual además debe ser paralela al plano de proyección (Figura 1) (Canut, 1988). Generalmente para lograr esta posición estable inducida por el aparato radiográfico, el especialista en radiología utiliza como referencia el plano de Frankfort (Proffit, 2013), que va desde la parte más alta del meato auditivo externo (Porion, "Po"), a la parte más inferior del reborde orbitario (Orbitario, "Or") (Naini, 2013), el cual paraleliza en relación a la horizontal verdadera, con el propósito de orientar el cráneo de una manera aproximada a la PNC (Proffit, 2013)



Figura 1: Representación esquemática de la colocación estándar para la telerradiografía lateral y sus parámetros radiológicos. (Colilaf S., 2016).

Durante la toma de una radiografía lateral de cráneo, se puede utilizar un marcador radiopaco en la varilla que se introduce en el conducto auditivo externo para inmovilizar la cabeza durante la misma, y se puede utilizar la posición de este marcador conocido como «Porion mecánico» para localizar el Porion. En las placas puede verse la sombra del conducto auditivo, por lo general ligeramente por encima y por detrás del Porion mecánico (Proffit, 2013).

El uso del Plano de Frankfort o de cualquier otro plano de referencia anatómico para orientar la cabeza de un paciente puede estar sujeto a errores, ya que la anatomía humana, y por lo tanto todos los hitos anatómicos, están sujetos a la variabilidad biológica individual (Naini, 2013). En el último tiempo, varios autores han recomendado tener precaución en el uso del plano de Frankfort, describiendo la considerable variación individual en su inclinación en pacientes con clase II y III mandibular (Naini, 2013; Capon, 2016) (Figura 2). Incluso en sujetos sin alteración en sus relaciones dento esqueléticas, se ha descrito una variación promedio en la inclinación del plano de Frankfort respecto al plano horizontal verdadero de aproximadamente $4,5^\circ$, con un rango de -11° a 15° (Naini, 2013). Por tanto, esta evidencia sugiere que el Plano de Frankfort pueda no ser la mejor referencia para alinear la cabeza de un paciente.

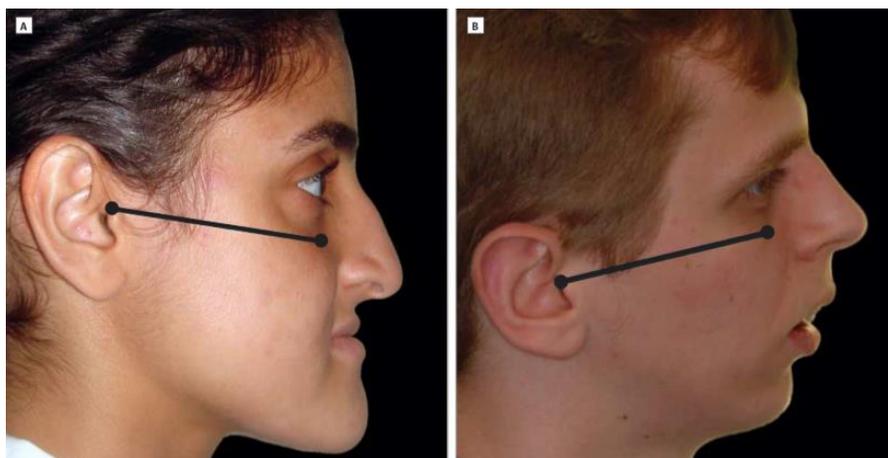


Figura 2: Inclinación del Plano de Frankfort en pacientes Clase II y III mandibular. (A) Perfil facial de paciente clase III mandibular en PNC, con una marcada inclinación hacia abajo del plano de Frankfort. (B) Perfil facial de paciente clase II mandibular en PNC, con una marcada inclinación hacia arriba del plano de Frankfort. Modificado de Naini (2013).

La radiografía lateral de cráneo se usa principalmente para realizar el análisis cefalométrico. La cefalometría se basa en puntos o relieves óseos fácilmente reconocibles para medir ángulos o dimensiones lineales del cráneo y de la cara. Desde el punto de vista clínico, puede ser utilizada para valorar, comparar, expresar y predeterminar las relaciones espaciales del complejo cráneomaxilofacial en un momento cronológico determinado a lo largo del tiempo (Canut, 1988).

El término cefalometría, del griego “kephale” cabeza y “metron” medida, se refiere al conjunto de procedimientos seguidos para la medición de la cabeza, la descripción y cuantificación de las estructuras involucradas en la maloclusión (huesos, dientes y tejidos blandos) (Broadbent, 1931; Adams, 1962).

La cefalometría clínica es la técnica exploratoria instrumental que permite analizar la radiografía del cráneo (lateral y/o frontal) y obtener importantes datos para el diagnóstico y plan de tratamiento de las maloclusiones. Las primeras metas en el desarrollo de la cefalometría fueron el estudio del crecimiento del paciente y el establecimiento de estándares que permitieran una comparación. También permite tener un conocimiento de la morfología, fisiología y patología cráneo-facial y poder individualizar un procedimiento terapéutico (Steiner, 1960; Adams, 1962). El ortodoncista necesita conocer las relaciones que existen entre los principales componentes funcionales de la cara (base del cráneo, maxilares, dientes) y relacionarlos entre sí (Figura 3) (Proffit, 2013).

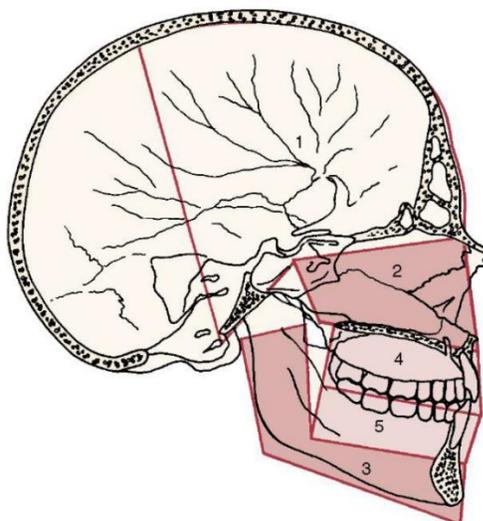


Figura 3: Componentes estructurales de la cara superpuestos sobre una lámina anatómica.

El cráneo y la base craneal (1), el maxilar y el complejo nasomaxilar óseos (2) y la mandíbula ósea (3) son partes de la cara que están presentes, aunque no haya dentición. Los dientes y los procesos alveolares superiores (4) e inferiores (5) son unidades funcionales independientes que pueden desplazarse en relación con el soporte óseo maxilar y mandibular, respectivamente. El objetivo principal del análisis cefalométrico se centra en determinar las relaciones de estos componentes funcionales en los planos anteroposterior y vertical del espacio. Modificado de Proffit (Proffit, 2013).

Actualmente, la cefalometría es ampliamente utilizada para hacer estimaciones de crecimiento y desarrollo, así como también en el diagnóstico ortodóntico y en la evaluación terapéutica. Sin embargo, hay que destacar la importancia de interpretar correctamente los datos obtenidos a partir de ella y recordar que se trata de un elemento más de a la hora de realizar un diagnóstico. (Broadbent, 1931; Adams, 1962; Quevedo, 2004).

Diversos autores han realizado análisis cefalométricos de distintas formas, intentando realizar algunos de tipo facial muy completos y otros, en cambio, que han enfatizado en ciertas áreas o dimensiones en particular (Enlow, 1969). Probablemente los análisis de Downs, Steiner, Tweed, Ricketts y colaboradores, el enfoque de “Wits” desarrollado por Jenkins, de Wylie y Johnston, Sassouni y Enlow, sean los más conocidos (Broadbent, 1931; Adams, 1962; Ricketts, 1976).

Las maloclusiones son el resultado de una interacción entre la posición de los maxilares y la que adoptan los dientes al emerger, que se ve afectada por las

relaciones entre los maxilares. Por este motivo, dos maloclusiones que pueden parecer similares en los modelos dentales a veces resultan ser bastante diferentes al llevar a cabo un estudio más completo. A pesar de que una evaluación cuidadosa de la cara puede proporcionar esta información, el análisis cefalométrico permite una precisión mayor (Proffit, 2013).

La aplicación clínica más importante de la cefalometría es la detección y valoración de los cambios inducidos por el tratamiento ortodóncico. Pueden superponerse radiografías cefalométricas seriadas obtenidas antes, durante y después del tratamiento para estudiar retrospectivamente los cambios experimentados en la posición de los maxilares y los dientes. Los cambios observados se deben a una combinación entre el crecimiento y el tratamiento (excepto en los adultos que han dejado de crecer). Si no se revisan las superposiciones cefalométricas, es casi imposible llegar a saber lo que ocurre realmente durante el tratamiento de un paciente que esté creciendo, y esta es la principal utilidad de este tipo de radiografías en el tratamiento ortodóncico global de niños y adolescentes (Canut, 1988; Proffit, 2013).

En lo que se refiere al diagnóstico, la principal aplicación de la cefalometría es el estudio de las relaciones esqueléticas y dentales del paciente. Habitualmente, el análisis cefalométrico no se efectúa sobre la propia radiografía, sino sobre un trazado o un modelo digital en el que se destacan las relaciones entre los puntos escogidos. Esencialmente, el trazado o modelo se emplea para reducir la cantidad de información de la placa a un nivel manejable (Companioni Bachá y cols., 2008).

Estos puntos cefalométricos de referencia pueden representarse como una serie de puntos, definidos habitualmente como localizaciones en una estructura física (p. ej., el punto más anterior de la barbilla ósea) u ocasionalmente como la intersección entre dos planos (p. ej., la intersección entre el plano mandibular y el plano a lo largo del borde posterior de la rama). Cada vez es más frecuente el empleo de software para facilitar el análisis cefalométrico en las clínicas privadas. Para ello se requiere un modelo digital adecuado, lo cual significa que se deben especificar entre 50 y 100 puntos de referencia (Proffit, 2013)(Figura 4).

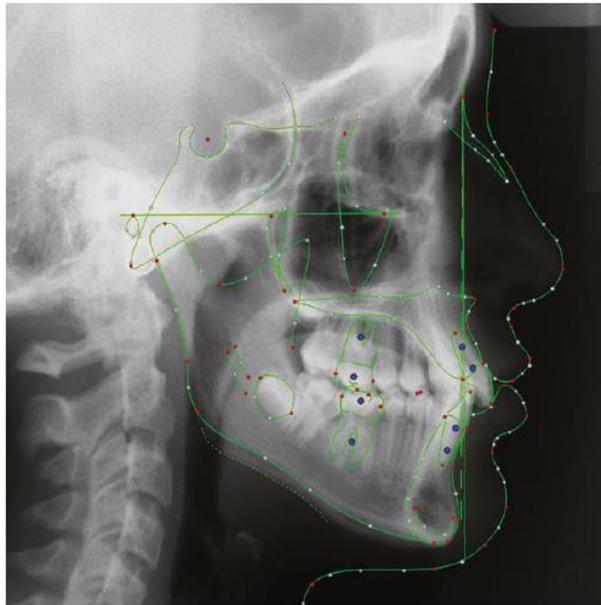


Figura 4: Modelo de digitalización lateral estandarizado que se emplea actualmente en el análisis cefalométrico y en el programa de predicción. Varios programas actuales emplean modelos digitales parecidos, que pueden personalizarse para proporcionar los puntos específicos que el clínico necesite. Tomado y modificado de Proffit 2013 (Proffit, 2013).

2.1.2.2 Antropometría indirecta en ortodoncia: Fotogrametría

La fotogrametría (medición en fotografías) es una técnica simple y objetiva para medir la postura de diferentes partes del cuerpo, y ha demostrado una buena validez para el análisis de la postura cráneo vertebral (Salahzadeh y cols., 2014). Esta técnica se basa en la realización de las medidas a partir de las imágenes o fotografías 2D de los pacientes (Prieto y Salazar, 2010) (Figura 5).

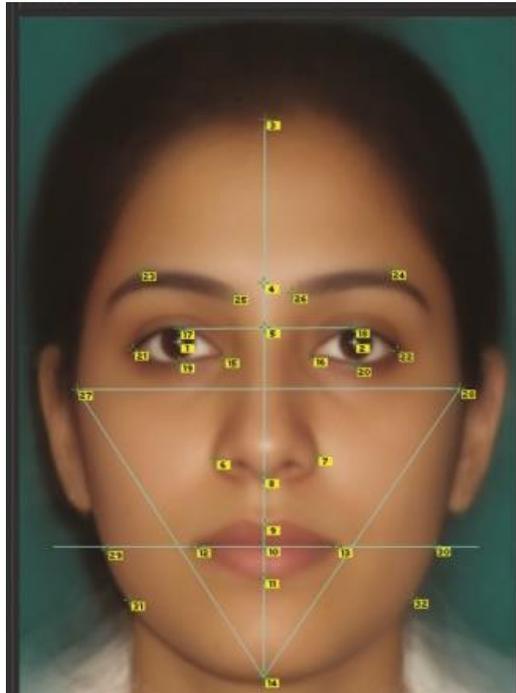


Figura 5 Imagen representativa de la fotogrametría utilizada actualmente. Tomado y modificado de Duggal (2016) (Duggal y cols., 2016)

La fotogrametría utiliza técnicas fotográficas clínicas estandarizadas, lo que implica varias ventajas en comparación con la antropometría directa, ya que los sujetos no se encuentran presentes, no se mueven, es más fácil de medir y se disminuyen los errores causados por la presión de los tejidos blandos. Junto con esto, las mediciones pueden realizarse repetidamente, y los datos pueden almacenarse permanentemente, por lo tanto, es posible la realización de seguimientos (Liu y cols., 2009; Han y cols., 2010). Los mismos puntos de referencia usados en diferentes mediciones deben ser ubicados una sola vez, no es necesario localizarlos cada vez que se quieran medir, como ocurre en la antropometría directa. El período de interacción con el paciente es potencialmente más corto en las mediciones indirectas dado que las características son medidas después de haber adquirido los datos, y por lo tanto, son menos dependientes del comportamiento de los pacientes y de la necesidad de quedarse inmóviles por períodos largos, lo cual sería particularmente ventajoso en niños o personas en situación de discapacidad (Douglas, 2004). Las imágenes pueden ser verificadas inmediatamente después de que se tomaron y pueden ser repetidas de manera instantánea en caso de haber obtenido resultados de mala calidad (Ettorre y cols., 2006; Schaaf y cols., 2006).

La diferencia y desventaja entre las mediciones fotogramétricas y antropométricas es que la distancia entre dos puntos de referencia debe medirse en un plano proyectado y, por lo tanto, puede diferir ligeramente de las medidas reales. Además, las estructuras anatómicas donde los puntos de referencia están enmascarados no se pueden medir, por lo que los puntos de medición pueden ser limitados. La precisión también puede ser menor que la medición antropométrica directa. (Farkas, 1994; Han y cols., 2010)

La fotogrametría debe tener como requisito la estandarización de la fotografía clínica, lo que permitirá obtener un registro confiable y reproducible de la anatomía del paciente (Farkas, Bryson y Klotz, 1980; Ettore y cols., 2006; Schaaf y cols., 2006; Han y cols., 2010). De esta forma, es necesario que las fotografías sean tomadas siempre bajo las mismas condiciones, para así minimizar los errores que pudieran ocurrir durante la toma de imágenes. Esto implica que se debe utilizar los mismos parámetros (ajustes de la cámara y posición del paciente) cada vez que se tome una fotografía (Schaaf y cols., 2006; Han y cols., 2010).

2.2 Posición Natural de la Cabeza

El posicionamiento de la cabeza de un paciente durante la evaluación clínica es relevante en fotogrametría. Una posición inestable conducirá a diagnósticos erróneos y una incorrecta planificación de los tratamientos. Por lo mismo, en la fotografía clínica estandarizada es requisito definir una posición de la cabeza estable, previo a la toma fotográfica.

La PNC es una posición estandarizada, equilibrada y reproducible de la cabeza en una posición vertical con los ojos enfocados en un punto en la distancia al nivel de los ojos, lo que implica que el eje visual es horizontal. Es una posición individual, funcional, fisiológica e indica la verdadera apariencia de una persona (Jacobson y Jacobson, 1995; Cassi y cols., 2016).

Artistas, anatomistas y antropólogos han utilizado la PNC para estudiar el rostro del hombre a lo largo de los siglos. En la década de 1860, los anatomistas se dieron

cuenta de que los cráneos debían estar orientados de manera aproximada a la PNC para la realización de estudios craneométricos. Para determinarla, se utilizaba una línea de referencia horizontal o vertical fuera del cráneo, pero generalmente se daba preferencia a la horizontal. Se hicieron esfuerzos para determinar los puntos de referencia a través de los cuales un plano horizontal atraviesa la cabeza en su "posición natural". Además, la PNC se ha utilizado rutinariamente para el examen clínico en medicina y odontología por cirujanos plásticos y maxilofaciales, así como por ortodoncistas. Precisamente desde su introducción en la ortodoncia a finales de la década de 1950, ha sido utilizada como una posición de referencia para la evaluación de morfología craneofacial, y se ha recomendado como una mejor opción que las líneas de referencia intracraneales porque supuestamente varía menos (Cassi y cols., 2016).

La PNC está relacionada con la postura natural del cuerpo y el alineamiento con la columna cervical, está basada en la línea de la visión y está determinada por el equilibrio total de la cabeza y el cuello cuando el individuo mira directamente hacia adelante. La reproducibilidad de la PNC ha demostrado estar dentro del espectro de variación clínicamente aceptable de 4°, lo que constituye una menor variabilidad respecto de los 26° de la horizontal de Frankfort y el plano Silla-Nasion (SN) entre diferentes individuos (Viazis, 1995).

Algunos de los sistemas involucrados en la mantención de una correcta postura craneocervical son: el sistema visual que ayuda a mantener el eje visual horizontal para alcanzar la PNC, el sistema vestibulococlear, encargado del equilibrio y el control espacial, la propiocepción de articulaciones y músculos involucrados en el posicionamiento, además de estar condicionada por el sexo, donde las mujeres presentan la cabeza dirigida ligeramente hacia arriba y atrás (Scougall Vilchis y cols., 2008), por la oclusión dentaria, características morfológicas del esqueleto craneofacial, temperatura ambiental, edad, personalidad, edad de ánimo, inteligencia y malestar cervical (Barbera y cols., 2014) , concluyendo así que la correcta postura de los individuos dependería en gran parte de su condición neuromuscular y características individuales (Cassi y cols., 2016), por lo que en

realidad esta posición no es una medida angular estática, sino más bien una posición dinámica, con un pequeño rango de variación (Lundstrom y cols., 1995).

El protocolo más usado para lograr la PNC es el propuesto por Solow y Tallgren (1971), el cual busca obtener una postura corporal fisiológica y reproducible, para luego proceder al posicionamiento de la cabeza mediante uno de los siguientes métodos:

1. Método de autobalance: Es aquel que usa la propiocepción como método de posicionamiento mediante la información otorgada por músculos y articulaciones junto con el sistema vestibular, evitando así el uso de referencias externas, y que se logra clínicamente al pedirle al sujeto que realice movimientos de flexión y extensión de cabeza, con amplitud decreciente hasta que alcance un balance natural de su cabeza al mirar al horizonte. (Figura 5).

2. Método del espejo: Este método está basado en el posicionamiento mediante el uso de guías visuales externas, donde un espejo es posicionado frente al sujeto a la altura de sus ojos, y que se logra clínicamente al pedirle al sujeto que mire directamente el reflejo de sus ojos en el espejo posicionado frente a él.

Los estudios realizados por Solow y Tallgren (1971) muestran diferencias estadísticas entre los métodos utilizados, donde la cabeza es posicionada 3° más extendida mediante el uso de un espejo como referencia externa.

De acuerdo a Bister (2002), el protocolo utilizado para la obtención de la PNC sería capaz de influenciar la reproductibilidad de las medidas obtenidas, existiendo evidencia que sugiere que el éxito del protocolo utilizado es operador dependiente, por lo que pequeños cambios en el procedimiento realizado podrían tener grandes efectos en los resultados obtenidos, explicando así las discrepancias, dentro de los factores descritos para lograr un correcto posicionamiento menciona: (1) dar instrucciones claras y adecuadas, (2) hacer ensayos previos a la medición, (3) intervención del examinador en caso de hiperextensión o flexión evidente de la cabeza (Bister y cols., 2002).

En la fotogrametría facial se propone utilizar la PNC por sobre el uso referencial del plano de Frankfort para establecer la postura en las fotografías de perfil debido a que algunos estudios publicados para estandarizar la posición del paciente encontraron que la postura necesaria para que el plano de Frankfort resultara paralelo a la horizontal es incómoda para la mayoría (Farkas y cols., 1980).

Por el contrario, en la práctica cefalométrica, como ya se mencionó, el cefalostato induce mecanizadamente a todos los pacientes a utilizar el plano de Frankfort para orientar de manera aproximada a la PNC, generando dos dificultades: a) problemas para localizar con seguridad sus dos puntos de referencia, en especial el Porion, y b) el operador tiende a asumir que el plano de Frankfort es paralelo a un plano horizontal verdadero, lo cual no corresponde observándose diferencias de hasta 10°, y aún mayores entre diversos individuos y su respectiva diferencia en la clase esquelética. (Farkas y cols, 1980; Proffit, 2013).

2.3 Clase Esquelética

La clase esquelética corresponde a la relación anteroposterior del maxilar y la mandíbula. La relación sagital intermaxilar puede ser de Clase I, cuando el maxilar y la mandíbula están en una relación normal, y generalmente se asocia a un perfil recto. Una relación de Clase II se observa cuando la mandíbula se encuentra distal con respecto al maxilar en sentido sagital, cuando hay prognatismo del maxilar o cuando existe una combinación de ambas condiciones. Generalmente se asocia a un perfil convexo. La relación sagital de Clase III se da en el caso de una relación prognática de la mandíbula con respecto al maxilar, cuando éste está retruido o cuando se observa una combinación de ambos estados, y se asocia a un perfil cóncavo (Gregoret, 2000).

Existen numerosos índices para la clasificación sagital intermaxilar. Sin embargo, es escasa la información respecto de su valor diagnóstico, en términos de la sensibilidad y especificidad asociadas al uso de ellos (Castro Arenas y cols., 2013). Uno de los más difundidos es el Análisis de Steiner, el cual se basa principalmente

en el plano SN, por su fácil localización y la pequeña variación de sus puntos en el cefalostato. Considera un análisis esquelético, de los dientes con respecto a sus huesos basales y de tejidos blandos. Incorpora, además, la explicación de su plan terapéutico, por lo cual posee un amplio uso clínico (Enlow, 1969; Canut, 1988).

La Clase Esqueletal se determina mediante la medición de la relación entre el maxilar y la mandíbula en sentido anteroposterior a través del ángulo ANB formado por Punto A – Nasion – Punto B (Figura 5). Un ángulo mayor a 2° indica tendencia a Clase II, y uno menor a Clase III.

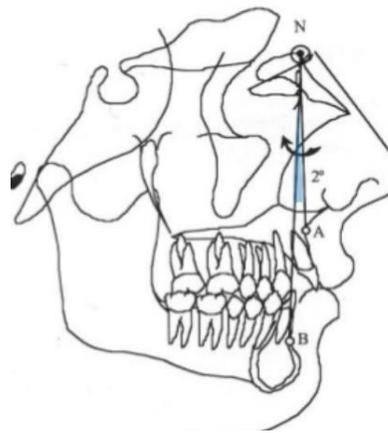


Figura 5: Esquema del Análisis de Steiner. (A) Punto A. (B) Punto B. (N) Nasion. En azul el Ángulo SNB. Modificado de Rakosi (1992).

En la década del 70, Alex Jacobson sugirió valorar la discrepancia entre el maxilar y la mandíbula directamente en el plano oclusal utilizando esta medida que denominó evaluación “Wits”, término que corresponde a la abreviatura de su Universidad de Witwatersrand en Johannesburgo, Sudáfrica. Utiliza los puntos A y B por ser próximos y representativos de las bases apicales, y los proyecta en el plano oclusal. De este modo no interfieren la inclinación y longitud de la base del cráneo en la interpretación de la convexidad facial (Fernández Sánchez y Da Silva Filho, 2009). Además, esta medida cefalométrica describe el comportamiento sagital entre las bases apicales, y permite ratificar la clasificación que el ángulo ANB entrega en el análisis de Steiner, sobreponiéndose en los casos particulares en que ambos resultados no coincidan (Jacobson, 2003).

Para obtener esta medida, se trazan líneas perpendiculares a partir de los puntos A y B hasta el plano oclusal, determinado por la línea de máxima intercuspidad de los dientes posteriores, formando los puntos AO y BO (Figura 6). La distancia entre estos dos puntos en el plano oclusal representa la evaluación Wits. Cuando el punto AO se encuentra delante del punto BO Wits toma un valor positivo, como en los casos de retrusión mandibular. Por el contrario, cuando el punto AO se encuentra detrás de BO el valor de Wits se considera negativo, describiendo una protrusión mandibular (Jacobson, 2003).

Las clases esqueléticas I, II y III tienen características estructurales que son un efecto de la expresión genética durante el crecimiento. De acuerdo con la bioestructura de cada clase esquelética se producen adaptaciones funcionales relacionadas con la deglución, masticación, respiración y habla. La discrepancia entre el crecimiento maxilar y mandibular, ocasiona también cambios a nivel de los tejidos blandos como alteración de la armonía entre los tercios faciales y mal posición de los labios (Castro Arenas y cols., 2013).



Figura 6: Clases Esqueléticas. De izquierda a derecha: Clase I Esquelética, Clase II Esquelética, Clase III Esquelética. Modificado de Morales (2017)(Morales, 2017).

2.4 PNC y su relación con la clase esquelética

Diversos estudios han determinado que la PNC está relacionada con la morfología craneofacial, las tendencias de crecimiento futuro y diversas maloclusiones. En un estudio de Solow se determinó que la extensión de la cabeza en relación con la columna cervical está asociada con una mayor altura facial anterior y una altura facial posterior pequeña, además de una gran inclinación mandibular y un prognatismo facial reducido y, en cambio, la flexión de la cabeza está relacionada con características morfológicas craneofaciales opuestas (Solow y Tallgren, 1976).

Dado que los cambios en el crecimiento del esqueleto facial están relacionados con los cambios correspondientes en la postura craneocervical, el desarrollo facial del individuo puede, en cierta medida, predecirse (Liu y cols., 2018). Junto con esto, otras investigaciones muestran una asociación entre la PNC y los rasgos de maloclusión, como el apiñamiento anterior, la sobremordida, la mordida cruzada y la relación molar (Liu y cols., 2018).

Además de la morfología craneofacial, algunos factores funcionales también pueden afectar la PNC. En un estudio reciente, se encontró que los sujetos con trastornos temporomandibulares tenían una postura craneocervical extendida, y los ángulos entre los planos de referencia craneofacial y las vértebras cervicales aumentaron a medida que progresaba el trastorno. Otros estudios han demostrado que una variación en la posición mandibular, como la producida por los cambios en los patrones de contacto oclusal y dimensión vertical, modifican la PNC (Jiménez, 1989; Makofsky, 1989; Ferrario y cols., 2003).

Uysal en 2016 estudió la relación de la PNC y el apiñamiento en los incisivos inferiores, determinando que existe una asociación significativa entre el apiñamiento en incisivos inferiores y patrones en las mediciones sagitales de la PNC (Uysal y cols., 2016). Dubojska y cols. (2013) investigaron la relación entre la PNC y el crecimiento craneofacial en una población europea, encontrando que existe una asociación significativa entre la PNC y la dirección de crecimiento craneocervical (Dubojska y Smiech-Slomkowska, 2013).

Verma y cols. (2012) ha propuesto que algunos pacientes asumen una PNC modificada, a menudo en un intento de enmascarar una Clase II o Clase III. Por ejemplo, un individuo con Clase II puede inclinar la cabeza hacia atrás para enmascarar su aspecto, lo que podría ser perjudicial para la toma de los registros, proporcionando datos erróneos (Verma y cols., 2012).

Sin embargo, de acuerdo con la literatura actual, aún no está claro cómo se asocia exactamente las distintas Clases esqueléticas con la PNC, o el impacto que pueda tener a la hora de realizar diagnósticos y planes de tratamiento mediante fotogrametría en la población.

En este contexto, en el presente trabajo de investigación se realizó una evaluación, comparación y análisis de la inclinación de un ángulo formado por la horizontal verdadera y un plano de referencia estandarizado obtenido en fotogrametría en PNC para determinar su relación con la Clase Esquelética de los pacientes, para así contribuir a la obtención de evidencia científica que respalde el uso de PNC como una posición estandarizada en el registro de exámenes complementarios, como fotografías, ya que PNC corresponde a una posición más cercana a la realidad del paciente y se ha observado en la práctica clínica que muchas de las telerradiografías que recibe el ortodoncista no se respeta dicho concepto, generando alteraciones en la posición de algunos puntos cefalométricos, tales como Pogonion, Menton, entre otros, que sirven para medir protrusión o retrusión mandibular, perdiendo la apreciación real del perfil del paciente, lo que podría generar distorsiones que resulten en diagnósticos incorrectos, lo que también podría ser válido en los registros clínicos fotográficos no estandarizados en PNC. Junto con esto, los objetivos de este trabajo buscan contribuir a evaluar el rendimiento de la fotogrametría en PNC frente a los exámenes radiográficos y su posible sinergia, lo que permitiría a los especialistas en ortodoncia y odontólogos generales mejorar sus futuros análisis, diagnósticos y tratamientos.

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1 Hipótesis

Existe una variación en la inclinación de la PNC entre las Clases Esqueletales obtenidas en fotogrametría de pacientes del Programa conducente al título profesional de especialista en Ortodoncia y Ortopedia DMF de la FOUCH 2018-2019.

3.2 Objetivo general

Analizar la variación en la inclinación de la PNC entre las Clases Esqueletales obtenidas en fotogrametría de pacientes del Programa conducente al título profesional de especialista en Ortodoncia y Ortopedia DMF de la FOUCH 2018-2019.

3.3 Objetivos específicos

- Determinar en Posición Natural de Cabeza, la horizontal verdadera y un plano de referencia arbitrario estandarizado a través de Fotogrametría en pacientes que asisten al Programa conducente al título profesional de especialista en Ortodoncia y DMF de la FOUCH 2018-2019.
- Establecer en grados el ángulo formado por la horizontal verdadera y el plano de referencia arbitrario estandarizado en fotogrametría en PNC.
- Relacionar la variación en la inclinación de la PNC obtenida en fotogrametría con la Clase Esqueletal de pacientes que asisten al Programa conducente al título profesional de especialista en Ortodoncia y ODMF de la FOUCH 2018-2019.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Tipo de estudio:

Este trabajo corresponde a un estudio de tipo observacional analítico de corte transversal.

4.2 Muestra

Según la información recopilada en el Censo de 2017 (Instituto Nacional de Estadísticas, 2017), el universo de personas entre 18 y 50 años es de 8.479.917. Aplicando una calculadora muestral (SurveyMonkey, 2019) con un nivel de confianza de 95% y un margen de error del 5%, el tamaño calculado de la muestra fue de 385 voluntarios.

Se examinaron 87 fotografías de pacientes. Se solicitaron las telerradiografías a alumnos tratantes. Se determinó la clase esquelética de cada paciente. Se tomaron nuevas fotografías según el caso. Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión, lo que finalmente determinó que la muestra final correspondiera a 45 pacientes ingresados al Programa conducente al título profesional de especialista en Ortodoncia y DMF de la FOUCH 2018-2019, los cuales se distribuyeron 15 por cada Clase Esquelética. Se consideraron voluntarios de ambos sexos, adultos, cuya edad comprendía entre los 18 y 50 años, que aceptaron participar del estudio. Se les explicó en forma verbal y por escrito el protocolo del estudio, aprobado por el Comité de Ética científico de la FOUCH (anexo 1), la Dirección de Investigación de la FOUCH (anexo 2) y el Comité Institucional de Bioseguridad de la FOUCH (anexo 3) y se les entregó el consentimiento informado, en donde se describe la justificación y objetivo de la investigación, el tipo de intervención y procedimiento, los beneficios y riesgos asociados a la investigación, el cual debieron firmar para participar en la investigación (anexo 4). Se les explicó que las fotografías serían almacenadas por 4 años y solo tendrían acceso a ellas el equipo de investigación.

4.2.1 Criterios de inclusión de la muestra:

- 1.- Hombres y mujeres.
- 2.- Adultos entre 18 y 50 años.
- 3.- Paciente ingresados a la Clínica del Postgrado de Ortodoncia de la FOUCH.
- 4.- Pacientes con Radiografía lateral de cabeza, con máximo 12 meses desde su toma.
- 5.- Aceptar la participación en el estudio, mediante la firma de un consentimiento informado (Anexo 4).

4.2.2 Criterios de exclusión de la muestra:

- 1.- Voluntarios con discapacidad motora y/o síndromes que impidan mantener una postura estable que dificulte la toma fotográfica.
- 2.- Pacientes menores de edad.
- 2.- Pacientes con tratamiento de ortodoncia previo.
- 3.- Pacientes que no acepten trabajar en el estudio.
- 4.- Pacientes con asimetrías evidentes.

4.3 Registro de fotografías clínicas:

4.3.1 Parámetros de la cámara fotográfica:

El protocolo fotográfico utilizado fue el de Astudillo, M. y cols. (2018), que consistió en el uso de una cámara Réflex digital (modelo Pentax K-3) de sensor DX con una resolución de 24 megapíxeles y un lente fijo de 100mm (modelo Asahi SMC f4.0 Macro) de distancia focal (Pentax®). La cámara se colocó sobre un trípode (modelo GT1544T) a nivel de la cabeza del sujeto, en donde el enfoque fotográfico fue a la altura del ala nasal (Gitzo®) (Figura 7). La cámara fue usada en modo manual, con los siguientes parámetros:

- Velocidad de obturación 1/125.
- Apertura de diafragma F/11.
- ISO 100.
- Balance de blancos: uso de flash externo.



Figura 1. A. Cámara Réflex digital modelo K-3, Pentax® montada sobre trípode modelo GT1544T, Gitzo®. **B.** Parámetros fotográficos utilizados (Fuente Propia).

4.3.2 Entorno y accesorios

- **Fondo:** telón negro para evitar la visualización de las sombras producidas por el flash de la cámara. Frente al paciente se ubicó una regla de madera que colgaba de un trípode, que sirvió para determinar el encuadre de la fotografía (30cm), permitiendo observar toda la cabeza y cuello del voluntario (Figura 8 (A)(B)).
- **Trípode:** se utilizó un trípode que ayudó a estandarizar la posición de la cámara y a que no se produzcan movimientos durante la captura. Además, presenta integrado un nivelador de burbuja, que permite calibrar la posición horizontal de la cámara (Figura 8 (C)).

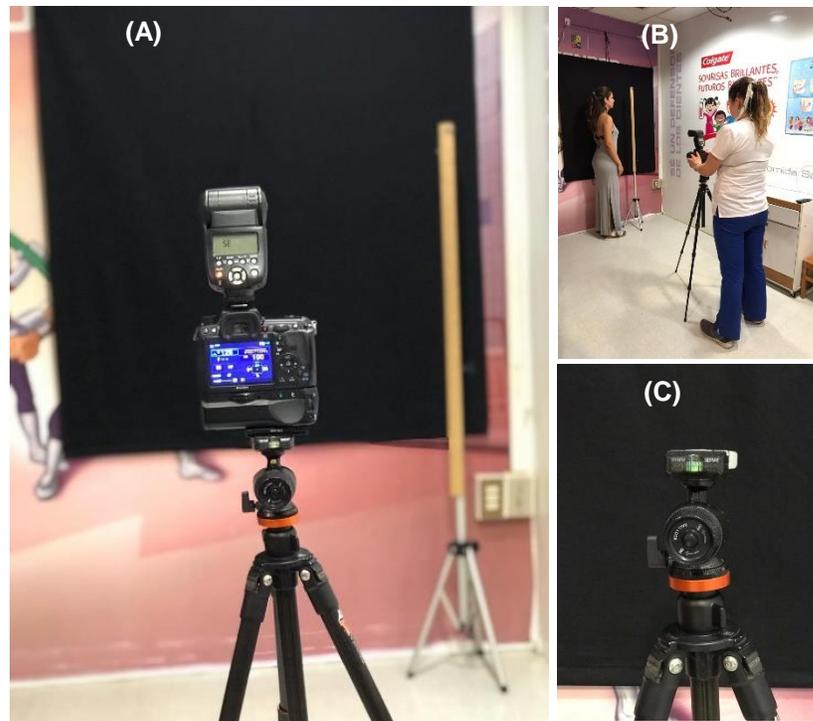


Figura 2. (A) Telón, regla y cámara en trípode. (B) Toma de fotografía en set fotográfico. (C) Trípode integrado con nivelador de burbuja. (Fuente propia)

4.3.3 Protocolo de obtención de la fotografía

4.3.3.1 Preparación del voluntario:

Se solicitó al voluntario el retiro de accesorios que pudieran interferir con las mediciones en la fotografía (aros, lentes, etc.). Además, fue necesario despejar la zona del pabellón auricular para facilitar la visualización del punto Tragion.

4.3.3.2 Posicionamiento del voluntario:

Para alcanzar una PNC se utilizó el protocolo propuesto por Sollow y Tallgren (1971), el cual consistió en que el voluntario realizara una pequeña caminata, previo a su ingreso a la zona donde se encontraba ubicado el set fotográfico. Luego se posicionó al paciente dentro del set fotográfico en un punto indicado en el suelo ("X" marcada previamente con masking tape) y se le solicitó que caminara sin desplazamiento fuera del set. Posteriormente, se le pidió que realizara movimientos de flexión y extensión de su cabeza con una amplitud decreciente hasta alcanzar

un balance natural de la posición de su cabeza, mirando hacia el horizonte. Finalmente, se le indicó tragar saliva y se esperó 2 o 3 segundos previo a tomar la fotografía, para así obtener una posición de reposo mandibular.

4.3.3.3 Procedimiento

Previo a la toma fotográfica, un único operador calibrado buscó la expresión del punto Orbitario a nivel de los tejidos blandos en el lado derecho del voluntario y procedió a marcarlo con un autoadhesivo. Una vez corroborados los parámetros de la cámara fotográfica, se procedió a ajustar la altura del trípode para alinear el lente de la cámara a nivel del ala nasal del voluntario.

Para lograr una correcta inclinación de la cámara, se contó con la función de giroscopio electrónico integrada en la cámara, que permitió obtener una imagen orientada según una horizontal y vertical verdadera (Figura 9).

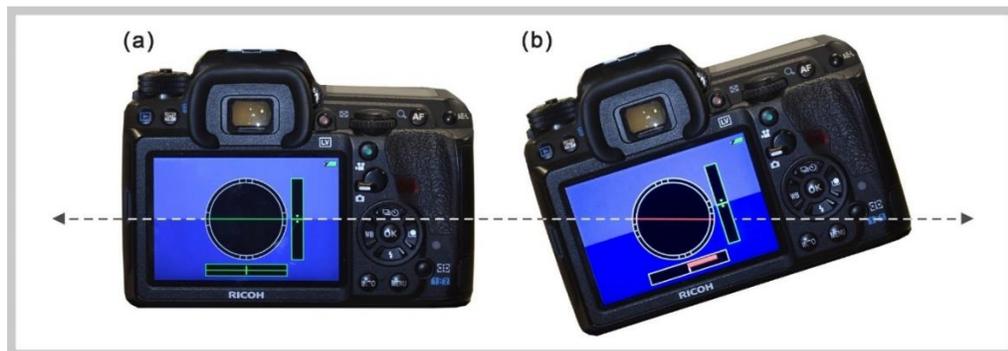


Figura 9. Función de giroscopio electrónico integrada en la cámara utilizada en este estudio. La línea dentro del círculo representa una horizontal verdadera, respecto a la cual se orientará la cámara. Las barras inferior y lateral representan la alineación en sentido horizontal y vertical, respectivamente. En (a) ambas barras se encuentran en verde, lo que le indica al fotógrafo que no hay inclinación horizontal, ni vertical. Esta es la forma correcta de orientar la cámara al momento de tomar las fotografías. En (b) se observa cómo cambia el color de la barra inferior a rojo al inclinar la cámara en sentido horizontal. Lo mismo sucedería con la barra lateral si la cámara se inclinara en sentido vertical. (Fuente PRIODO 2019)

Finalmente, teniendo todos los elementos para la toma fotográfica, con los parámetros ya establecidos, se le indicó a cada voluntario realizar los ejercicios mencionados, para la obtención de su PNC y posteriormente tomar la fotografía.

4.4 Determinación de la clase esquelética

Mediante el uso del software BlueSky Plan 4® y las respectivas telerradiografías de los pacientes, se determinó la clase esquelética con el análisis de Steiner y Wits (Figura 10). Además, las fichas clínicas de los pacientes ingresados al Programa conducente al título profesional de especialista en Ortodoncia y DMF entre los años 2018 y 2019 que aceptaron participar en el proyecto fueron revisadas y traspasadas a una base de datos Excel®. Estas fichas clínicas se llenaron según el protocolo de ficha clínica de Ortodoncia por los alumnos del Postítulo. De la información previamente recolectada se contempló para su análisis:

- Sexo: Masculino o femenino.
- Edad: 18 a 50 años
- Clase Esquelética: Clase I-Clase II-Clase III

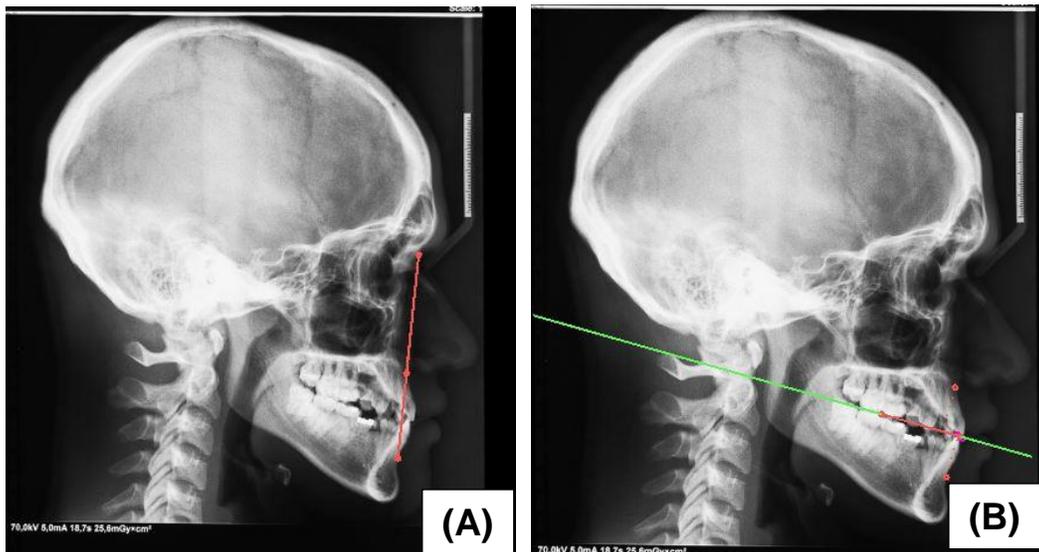


Figura 10. Determinación de la clase esquelética, con dos análisis en el mismo paciente, mediante el software BlueSky Plan 4®. (A) Análisis de Steiner (Steiner, 1960; Fernández Sánchez y Da Silva Filho, 2009), con la medición del ángulo ANB. En este caso el ángulo formado es del $0,15^\circ$, lo que indica una clase esquelética III. (B) Análisis de Wits (Jacobson, 2003). La medición da 7,19 mm, lo que también indica clase esquelética III.

4.5 Definición de planos utilizados

Se utilizó como plano arbitrario estandarizado el plano que va desde el punto Tragion (Tr), que es el punto en que se cruzan las tangentes al borde superior y anterior del tragus, a “Exocanto” (ex), que corresponde al vértice del ángulo externo del ojo, y se define como “Tr-ex” (Figura 11). Este fue seleccionado por la simplicidad de la localización de los puntos de referencia que lo constituyen, tanto en los pacientes, como en las fotografías. El plano Tr-ex se comparó con la horizontal verdadera y se midió el ángulo formado, determinando así la inclinación de la PNC.

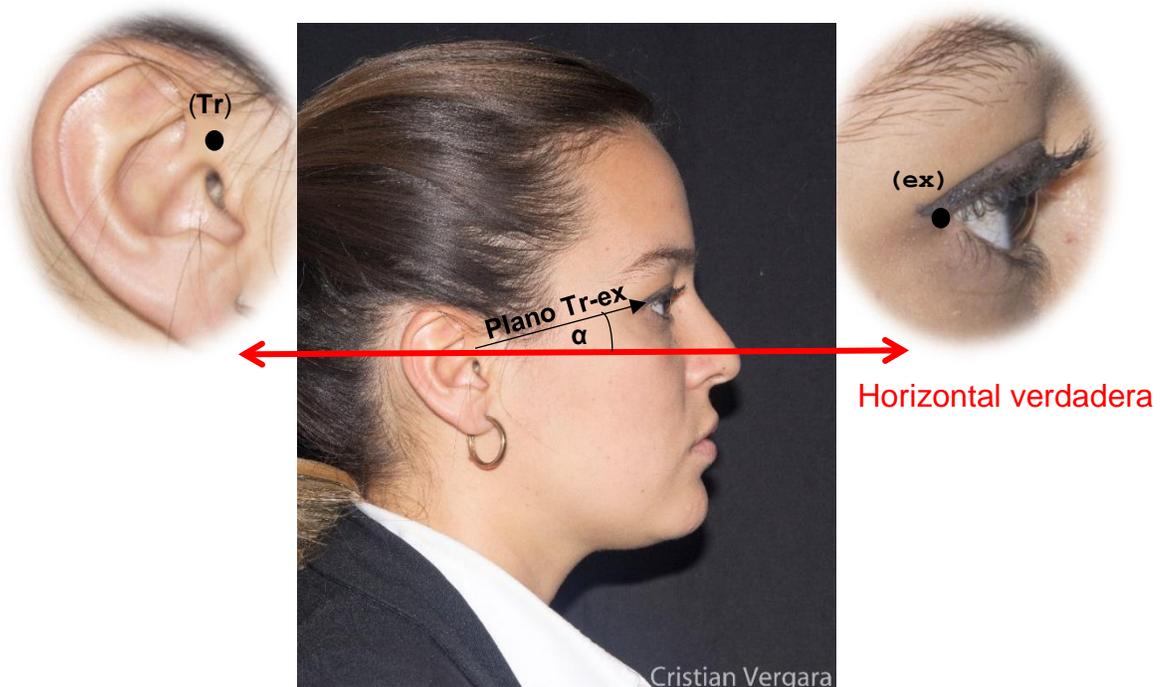


Figura 11: Plano Tragion-Exocanto (Tr-ex) en uno de los voluntarios de este estudio. La letra “Tr” indica el punto Tragion, “ex” el punto Exocanto y “ α ” es el ángulo formado entre el plano Tr-ex y la horizontal verdadera, que determina la inclinación de la PNC.

4.6 Calibración

Del total de la muestra, las mediciones angulares de las fotografías de los pacientes fueron realizadas por una única operadora (investigadora principal). Para evitar errores en la validez del estudio debido a mediciones poco fiables, previamente se realizó un estudio de concordancia, mediante un test de kappa (Cerdeira Lorca y Villarroel Del P., 2008) con un experto (tutor secundario de este estudio). La metodología consistió en la medición de ángulos y medidas lineales según correspondiera en cada imagen, en fotografías de perfil (Figura 12), mediante el uso del software UTHSCSA ImageTool 3.0[®]. El experto calculó medidas angulares y lineales y la investigadora principal determinó su coincidencia o no coincidencia con estos valores. Los datos obtenidos se tabularon en una planilla Excel (Microsoft[®] Excel[®] 2016) y se analizaron estadísticamente a través del software Stata 14 S/E[®] (Stata Corporation L.P.)



Figura 12: Imágenes utilizadas en las mediciones angulares y lineales del Test de Kappa.

Una vez realizado el test kappa, se aceptaron valores de coeficiente de kappa ≥ 0.61 (Figura 13) (Cerdeja Lorca y Villarreal Del P., 2008).

Coeficiente kappa	Fuerza de la concordancia
0,00	Pobre (<i>Poor</i>)
0,01 - 0,20	Leve (<i>Slight</i>)
0,21 - 0,40	Aceptable (<i>Fair</i>)
0,41 - 0,60	Moderada (<i>Moderate</i>)
0,61 - 0,80	Considerable (<i>Substantial</i>)
0,81 - 1,00	Casi perfecta (<i>Almost perfect</i>)

Figura 13. Valoración del coeficiente kappa según Landis, J. y Koch, G. (1977). Imagen obtenida de “Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: coeficiente de kappa” (Cerdeja Lorca y Villarreal Del P., 2008)

El resultado obtenido en una primera instancia fue $\kappa = 0,57$, que según la clasificación de Landis, J. y Koch, G. (1977) es considerado como “Moderada”, por lo que revisaron los errores y se determinó la causa de las diferencias en las mediciones. Se corrigieron errores, y en una nueva prueba, se obtuvo un coeficiente de kappa de $\kappa = 0,83$, considerándose según Cerdeja y cols (2008) como “casi perfecto”.

4.7 Fotogrametría

Mediante el uso de herramientas del programa Adobe Photoshop CS6 (Adobe Systems®), se trazó una línea horizontal verdadera que pasaba por el punto Tr. Para ello, primero se trazó una guía horizontal (línea verde) y luego se dibujó una línea de color rojo sobre ésta. Luego, se realizó una línea desde el punto Tragon hasta exocanto (Figura 14).

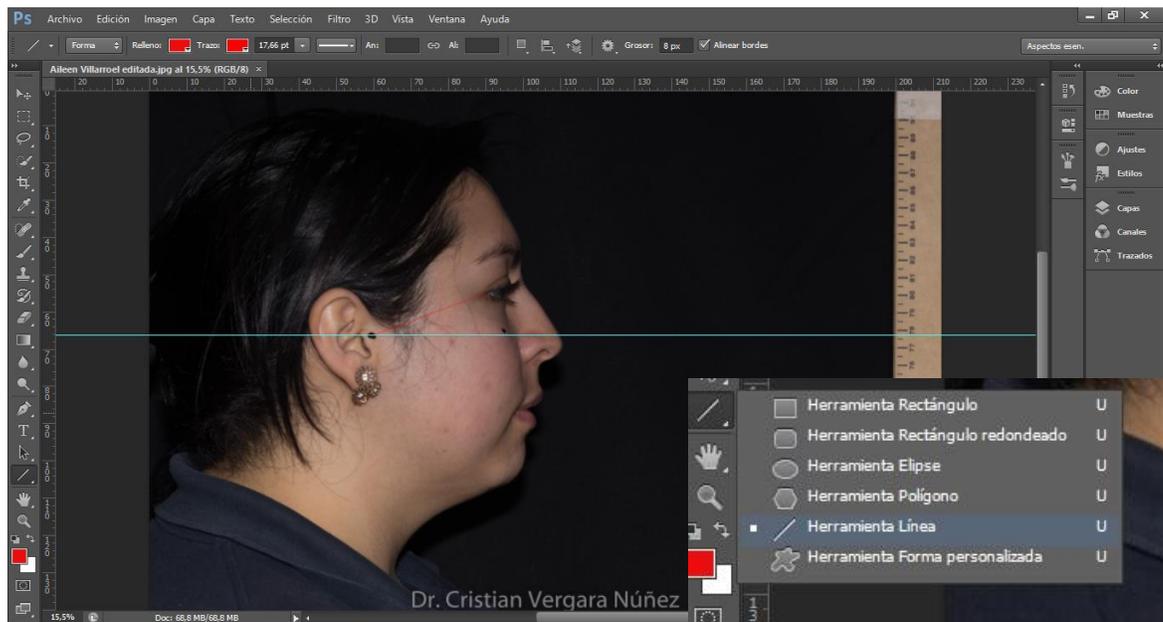


Figura 14. Imagen editada con trazados de horizontal verdadera (en verde) y plano Tr-ex, mediante función Line Tool en programa Adobe Photoshop CS6®.

A continuación, se utilizó el software UTHSCSA ImageTool 3.0® para medir el ángulo formado por el plano Tracion-exocanto (Tr-ex) y la horizontal verdadera. (Figura 15).

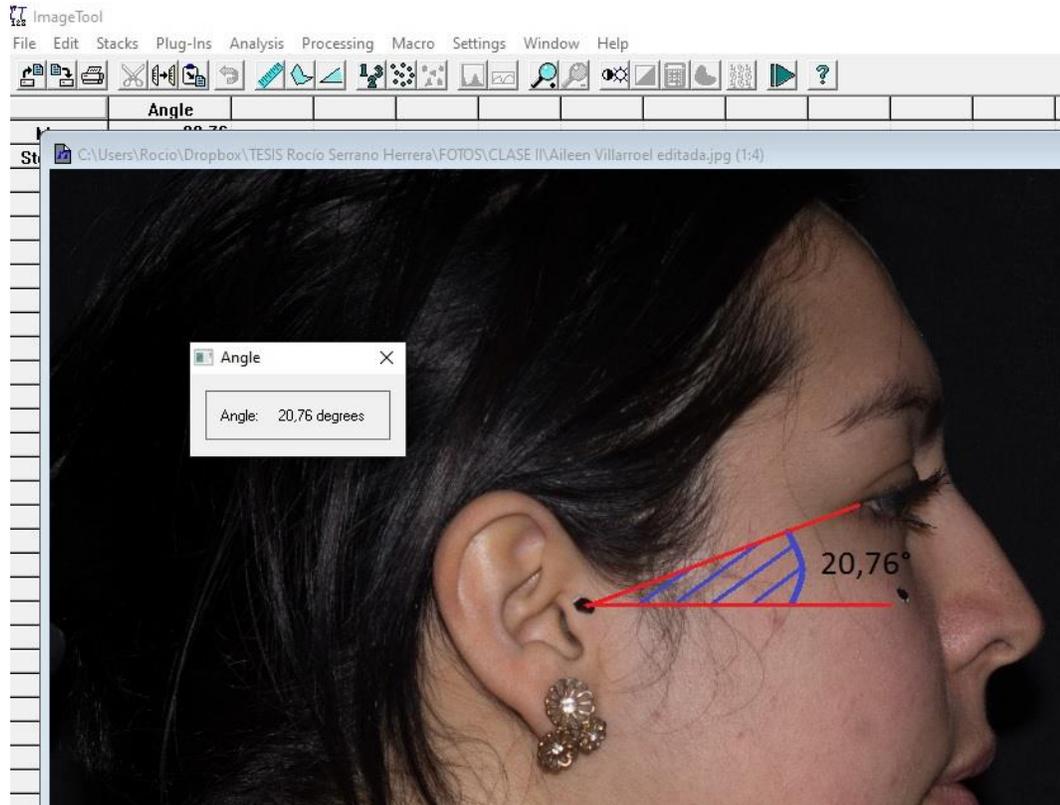


Figura 15. Obtención de ángulos en fotografía mediante software UTHSCSA ImageTool 3.0 ® (University of Texas Health) en planos previamente trazados.

4.8 Análisis Estadístico:

Los datos obtenidos fueron tabulados en una planilla Excel (Microsoft® Excel® 2016), clasificados en 3 grupos según la clase esquelética: Clase I (grupo 1), Clase II (grupo 2) y Clase III (grupo 3) y analizados estadísticamente a través del software Stata 14 S/E® (Stata Corporation L.P.). Para determinar el tipo de distribución de muestra, se utilizó el Test Shapiro Wilk. Para determinar si existía diferencia estadística entre los grupos, se realizó el test de ANOVA, y finalmente para ver qué diferencias había entre los grupos se aplicó el test de Bonferroni.

5. RESULTADOS

En este estudio se examinaron 87 pacientes entre marzo del 2018 a septiembre 2019. Al aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 45 voluntarios, 15 de cada clase esquelética, entre ellos 12 hombres y 33 mujeres (Gráfico 1), con un rango de edad de entre 18 y 50 años y un promedio de 25 años. Si bien no se alcanzó el número ideal de la muestra propuesta inicialmente, la cantidad de datos obtenidos permite realizar estadística para responder la pregunta de investigación.

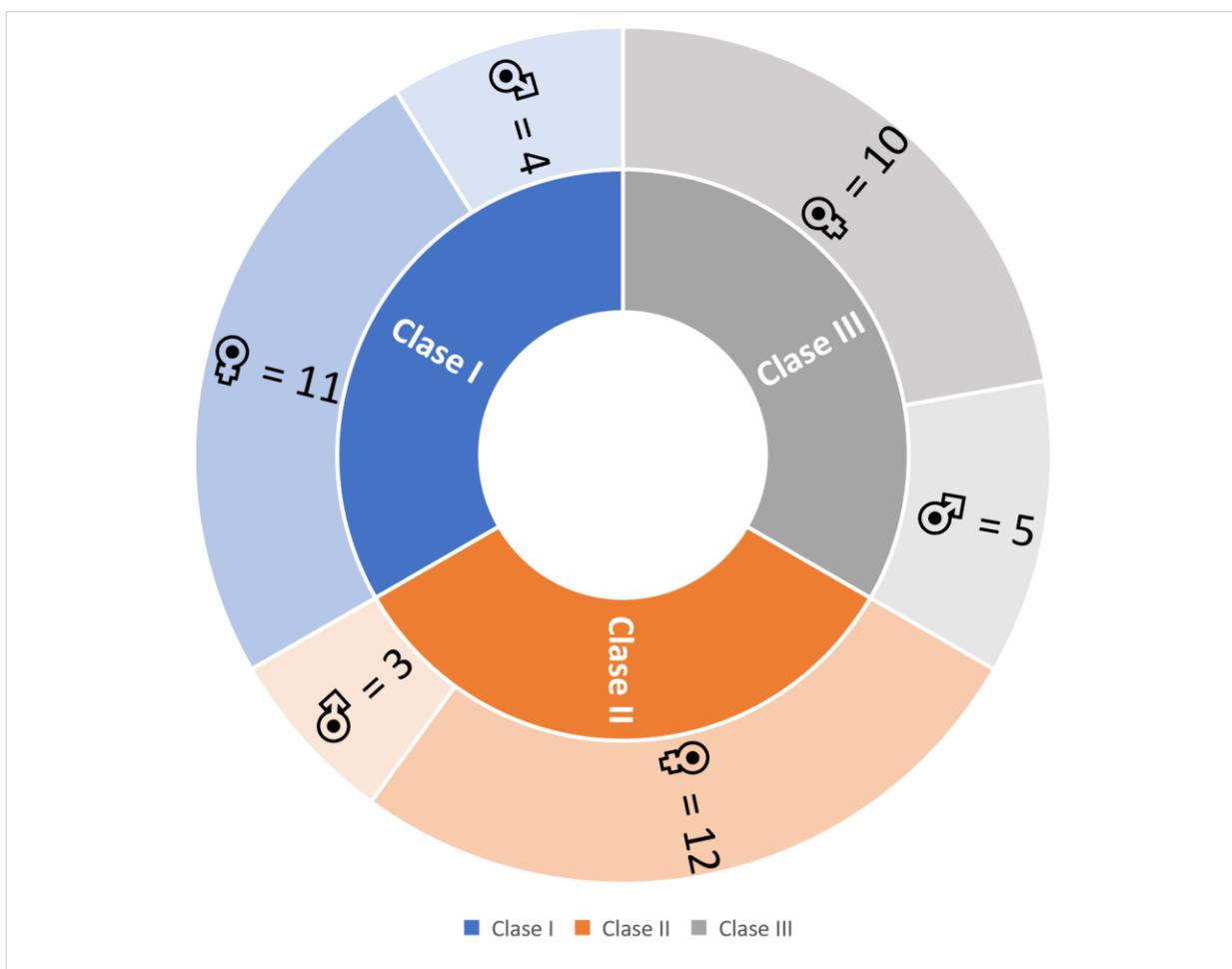


Gráfico 1: Caracterización de los individuos de la muestra según clase esquelética y sexo.

Dado que la variable a analizar son los ángulos en grados, que corresponde a una variable continua, se aplicó el test Shapiro-Wilk para determinar el tipo de distribución de los datos. Considerando $p > 0,05$ como distribución normal, se obtuvo un valor de $p = 0,31$, por lo que se considera una distribución de tipo normal para esta muestra.

Respecto de las mediciones realizadas mediante fotogrametría en los pacientes con diferentes clases esqueléticas, en la clase I, el valor promedio de la inclinación del plano Tr-ex en PNC fue de $24,94^\circ$, con un valor mínimo de $15,08^\circ$, un máximo de $31,61^\circ$ y una desviación estándar de $5,05^\circ$. En el caso de la clase II, el valor promedio de la inclinación del plano Tr-ex en PNC fue de $18,26^\circ$, con un valor mínimo de $11,88^\circ$, un máximo de $21,48^\circ$ y una desviación estándar de $2,58^\circ$. En la clase III el valor promedio de la inclinación del plano Tr-ex en PNC fue de $22,02^\circ$, con un valor mínimo de $13,54^\circ$, un máximo de $30,82^\circ$ y una desviación estándar de $5,30^\circ$ (Tabla 1).

INCLINACIÓN DEL PLANO Tr-ex	CLASE ESQUELETAL		
	Clase I	Clase II	Clase III
Valor mínimo	15.08°	11.88°	13.54°
Valor máximo	31.61°	21.48°	30.82°
Promedio	24.94°	18.26°	22.02°
Desviación estándar	5.05°	2.58°	5.30°

Tabla 1. Resumen de resultados de inclinación del plano Tr-ex, obtenido en fotogrametría según clase esquelética.

Para determinar si existía diferencia estadística en las mediciones de la inclinación del plano Tr-ex en PNC entre los grupos, se aplicó Test de ANOVA para muestras independientes. Considerando un valor de $p \leq 0,05$ como estadísticamente significativo. Para esta muestra se obtuvo un valor de $p = 0,0009$, existiendo diferencias estadísticas entre las clases esqueléticas en las mediciones realizadas mediante fotogrametría.

Como se evidenciaron diferencias estadísticas entre las clases esqueléticas, se aplicó test de Bonferroni para evaluar las diferencias específicas entre los grupos en la inclinación del plano Tr-ex. Considerando un valor de $p \leq 0,05$ como estadísticamente significativo, para esta muestra se obtuvo que entre la Clase esquelética I y II existe un valor de $p = 0,001$, determinándose diferencias estadísticas en la inclinación del plano Tr-ex entre estos 2 grupos en la muestra analizada. El mismo análisis arrojó que entre las clases I y III, el valor de $p = 0,24$, por lo que no se observaron diferencias estadísticas entre dichos grupos. Finalmente, entre la clase II y III el valor de $p = 0,08$, lo que indicó que entre dichos grupos tampoco se observaron diferencias estadísticas en la muestra analizada (Tabla 2, Gráfico 2).

	CLASE ESQUELETAL	
	I	II
II	$p = 0,001^*$	-
III	$p = 0,24$	$p = 0.08$

Tabla 2. Resumen de resultados de comparación de ángulos por clase esquelética, mediante el test de Bonferroni. *Diferencia estadística.

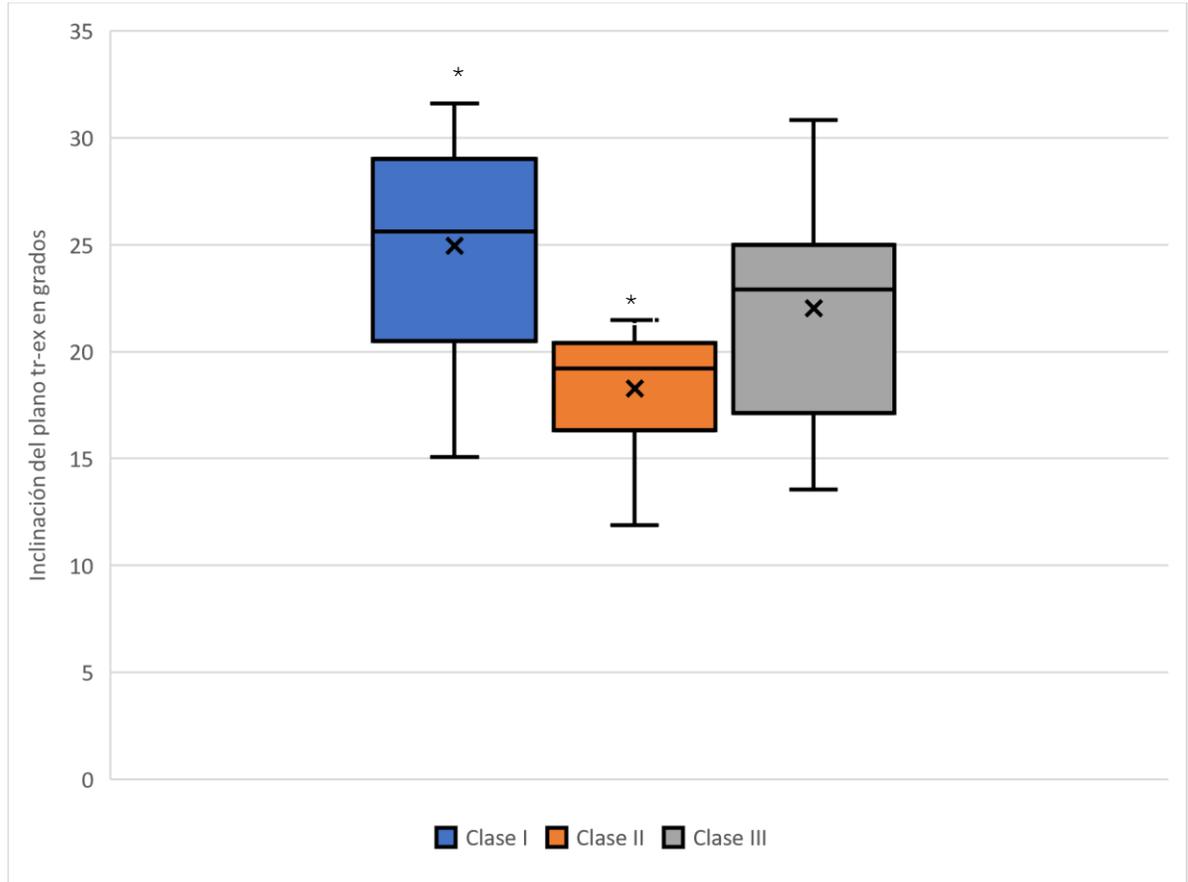


Gráfico 2. Gráfico de cajas y bigotes de los valores de la inclinación del del plano Tr-ex en grados por clase esquelética. *Diferencias estadísticamente significativas.

6. DISCUSIÓN:

En este trabajo de investigación, mediante el uso de fotogrametría, se estudió si existen variaciones en la inclinación de la PNC entre las Clases Esqueletales, con el objetivo determinar si la relación anteroposterior del maxilar y la mandíbula influyen en la PNC. Los análisis realizados evidenciaron que existieron diferencias estadísticamente significativas en la inclinación del plano Tr-ex entre las Clases Esqueletales I y II ($p = 0,001$) con una inclinación más anterior de la PNC en pacientes Clase II, respecto a los Clase I verificando la hipótesis propuesta, Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas entre las clases II y III ($p = 0,08$) y entre las clases I y III ($p = 0,24$).

Diversos estudios han concluido que existe relación entre los diferentes componentes del sistema estomatognático y la unidad craneocervical, y que la orientación de la cabeza influye en la posición antero-posterior de la unidad cráneo-cérvico-mandibular (Zhu y cols., 2018), por lo que su análisis es crítico a la hora de realizar diagnósticos, tanto para los ortodoncistas como otras especialidades odontológicas y médicas.

De acuerdo con los resultados encontrados en este estudio, es posible respaldar dicha relación, ya que a pesar de que sólo se encontraron diferencias estadísticas en las angulaciones obtenidas entre las clases I y II, los valores de la inclinación del plano Tr-ex fueron distintas entre todas las clases esqueléticas (Figura 16).

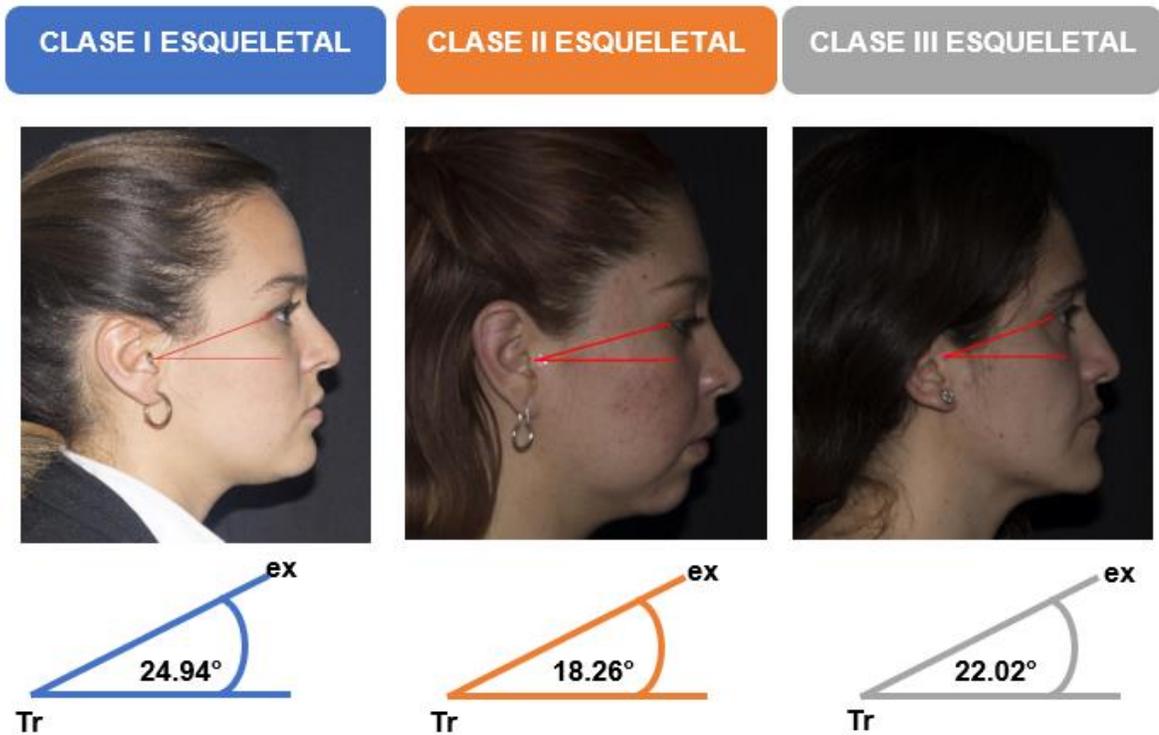


Figura 16: Cambio de la inclinación de la PNC según la clase esquelética. El valor de los ángulos es el promedio obtenido en cada grupo.

Otros estudios obtuvieron resultados similares a los encontrados por esta investigación. Nobili y cols. (1996) analizaron las medidas de diversos ángulos craneocervicales en 5 posiciones de la cabeza, incluida PNC, en pacientes con clase esquelética I, II y III, encontrando que las medidas de dichos ángulos variaban de manera considerable entre las distintas posiciones de la cabeza. Al analizar la inclinación de PNC en las distintas clases esqueléticas, la clase II tuvo, en promedio, una inclinación más anterior respecto a las clases I y III, lo que se condice con lo obtenido en este estudio (Nobili y Adversi, 1996).

Estos resultados también concuerdan con un estudio realizado en niños chinos. Liu y cols. (2016), comparó la postura craneocervical en PNC entre las distintas clases esqueléticas mediante la medición de ángulos cefalométricos craneocervicales, encontrando diferencias estadísticas entre todas las clases. Los sujetos en el grupo

clase II mostraron un mayor valor de los ángulos craneocervicales, evidenciando una PNC más extendida que los otros dos grupos, mientras que los sujetos de clase esquelética III exhibieron valores menores respecto de las clases I y II (Liu y *cols.*, 2016).

Otro estudio que sostiene los resultados encontrados en este trabajo de investigación corresponde al realizado por AlKofide y *cols.* en una población adulta Saudí (2007). En esta investigación, se evaluó si existe una relación entre la postura de la cabeza y el cuello, y la presencia de ciertas maloclusiones, para lo cual midieron ángulos entre la cabeza y la columna cervical, mediante radiografías laterales de cráneo tomadas en PNC. Los resultados indicaron que pacientes con clase II esquelética presentaron una postura de la cabeza significativamente más anterior respecto de pacientes clase I y III (AlKofide y AlNamankani, 2007).

Joshi y *cols.* realizaron análisis cefalométricos a la posición sagital del labio en diferentes clases esqueléticas, observando que en el caso de la clase esquelética II, todas las líneas de referencia utilizadas mostraron que los labios superiores a encontrarse en posiciones más protrusivas en comparación con los grupos esqueléticos de clase I y clase III, asociándose dicha posición con una posición más anterior de la cabeza en PNC (Joshi y *cols.*, 2015).

Dubojska y *cols.* en un estudio realizado en pacientes adolescentes, analizaron las medidas de ángulos craneofaciales determinadas mediante cefalometrías, encontrando que existe una correlación significativa entre la posición natural de la cabeza y la dirección del crecimiento cráneo-cervical, extrapolando que la posición natural de la cabeza podría influir en la dirección del crecimiento facial, y así concluyendo que la determinación de la posición de la cabeza y la dirección del crecimiento de la mandíbula puede ser un indicador importante en la planificación del tratamiento de ortodoncia (Dubojska y Smiech-Slomkowska, 2013b).

Cho y *cols.* en 2015, realizaron una investigación en la que evaluaron cambios en la PNC después de la realización de cirugías ortognáticas en pacientes Clase III esquelética versus pacientes Clase I, a través de la medición de ángulos trazados en

cefalometría y fotografías, respecto a una vertical verdadera. Los resultados indicaron que previo a la cirugía, los pacientes clase III presentaban una PNC más adelantada que la clase I, siendo estas diferencias estadísticamente significativas, sin embargo, post tratamiento, los pacientes Clase III modificaron su PNC (Figura 17), hasta el punto en que no se hallaron diferencias estadísticas entre los pacientes clase I y III. Esto, en cierta medida, difiere con los resultados obtenidos en esta investigación, ya que, si bien se encontraron diferencias en la inclinación de la PNC entre las clases esqueléticas I y III, estas no fueron significativas, lo que hace suponer la diferencia radica en que se hicieron mediciones en solo una angulación y no varias como el estudio de Cho y cols. Además, ellos combinaron mediciones cefalométricas y fotogramétricas, lo que no se realizó en el presente estudio (Cho y cols., 2015).

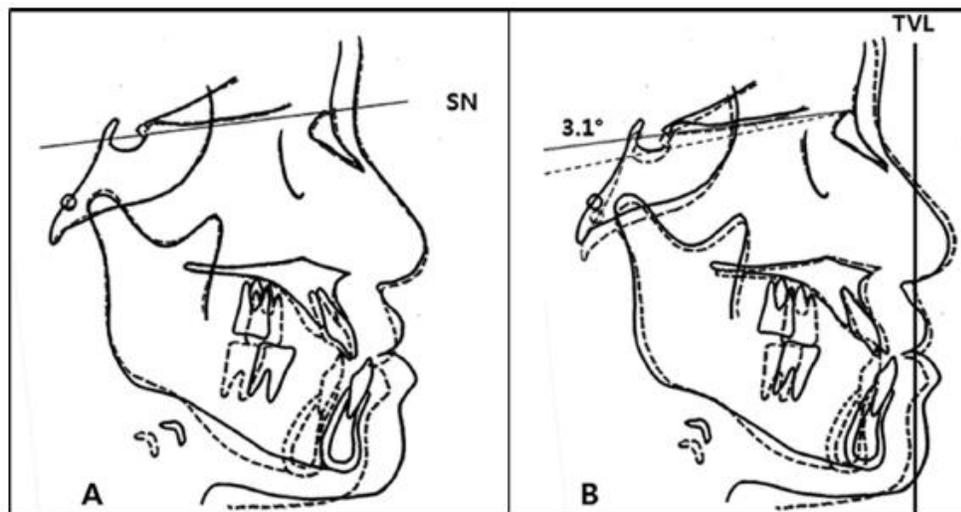


Figura 17: Superposiciones de los trazados cefalométricos pretratamiento (líneas continuas) y postratamiento (líneas punteadas): **A:** Superposición en Nasion utilizando la línea de referencia intracraneal (SN). **B:** Superposición en Nasion utilizando la línea de referencia extracraneal (Línea vertical verdadera) que muestra un promedio de 3.1° de extensión de la cabeza. (Cho y cols., 2015)

Hedayati y cols. analizaron la medida de 5 ángulos craneofaciales y craneocervicales en una muestra de 102 pacientes entre 15 a 18 años en cefalometrías registradas en PNC, observando una postura de la cabeza más hacia adelante en los participantes de clase III esquelética en comparación con la clase

esquelética I y II, y que los pacientes de clase III tendieron a inclinar su cabeza más ventral en comparación con los participantes de clase I. Al comparar los grupos con diferentes clases esqueléticas, se determinó que existieron diferencias estadísticamente significativas entre las clases I y II para los ángulos craneofaciales y entre las clases I y III para las medidas de los ángulos craneocervicales, reafirmando la importancia del uso de más de una medida de referencia al realizar análisis cefalométricos indirectos (Hedayati, Paknahad y Zorriasatine, 2013) .

Como es posible inferir de la búsqueda en la literatura presentada de estudios con metodología similar, la mayor parte corresponde a análisis realizados mediante cefalometrías en radiografías laterales de cráneo. Esto implica que los resultados obtenidos en este estudio no son directamente comparables, pero si muestra una tendencia a correlación entre ellos, lo que permitiría sugerir que la fotogrametría es una herramienta útil no sólo para el diagnóstico, sino también para la investigación, debido a las ventajas que representa, las cuales han sido mencionadas en este trabajo.

Dentro de las limitantes de este estudio, una de las más relevantes corresponde a la selección de los participantes. Al realizarse un muestreo por conveniencia, la representación del sexo femenino (N = 33) fue mayor que la de los hombres (N=12), esto se podría explicar ya que diversos estudios han demostrado que las mujeres consultan más al dentista que los hombres, asisten a sus controles odontológicos con mayor frecuencia y periodicidad y tienen mayor adherencia a los tratamientos (MacEntee y cols., 1993; Duque Duque y cols., 2013; Ahumada Vega, 2017). Por otro lado, la edad de los voluntarios fue muy dispar, encontrándose la mayor cantidad de personas en edades entre los 18 y 30 años. Lo anterior se condice con el estudio realizado por Ahumada en 2017, donde los resultados de su investigación muestran que casi el 80% de los adultos entre 34 y 44 años, sólo consultan por urgencias (Ahumada Vega, 2017), lo que no es el caso del Programa conducente al título profesional de especialista en ortodoncia y ortopedia DMF.

Otra limitante respecto a la muestra tiene relación con el tamaño muestral de este estudio (45 pacientes), por lo que, para futuras investigaciones, se propone aumentar el número de voluntarios con el fin de que los resultados sean más representativos y de esta manera quizás encontrar diferencias estadísticas entre las clases esqueléticas I y III y/o II y III.

El conocimiento de las relaciones craneofaciales en los pacientes que desean o necesitan tratamientos ortodóncicos, permite realizar diagnósticos más precisos y, por tanto, ofrecer el mejor tratamiento en relación con la evidencia científica disponible, mejorando así el pronóstico y los resultados de este. Estudios que aporten a conocer en mayor profundidad las variables relacionadas con dichas mediciones son necesarios para perfeccionarlas y adaptarlas a cada caso clínico. Por tanto, en vista de los resultados obtenidos en este estudio y la literatura científica revisada, es necesario continuar en la evaluación de la fotogrametría como herramienta diagnóstica, incluyendo un mayor número de análisis y variables, que permitan obtener conclusiones aplicables a nuestra población e, idealmente, su comparación con poblaciones internacionales.

7. CONCLUSIONES:

- Este estudio evidenció una diferencia de $6,68^\circ$ en la inclinación de la PNC entre los pacientes clase I y II esquelética, con significancia estadística, por lo que se acepta la hipótesis planteada, para estos dos grupos en la muestra analizada.
- No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la inclinación de la PNC entre la clase esquelética I y III, por lo que se rechaza la hipótesis planteada para estos dos grupos en la muestra analizada.
- No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la inclinación de la PNC entre la clase esquelética II y III, por lo que se rechaza la hipótesis planteada para estos dos grupos en la muestra analizada.
- Los pacientes clase II esquelética tienen una PNC más inclinada hacia anterior respecto a los pacientes clase I, en la muestra analizada.
- Se sugiere realizar estudios con metodología similar, con un mayor tamaño muestral y el registro de diversas mediciones craneofaciales y craneocervicales.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Adams, J. W. (1962) "Cephalometric studies of the form of the human mandibule", *Angle Orthod.*, p. 3.

Ahumada Vega, G. (2017) *Desigualdades de Género en Enfermedades Bucodentales y acceso a Atención Odontológica en población de 35 a 44 años, Región Metropolitana de Chile*. [Tesis para optar al grado de magister en salud pública]. Universidad de Chile, Facultad de medicina, Escuela de salud pública. Disponible en: http://bibliodigital.saludpublica.uchile.cl:8080/dspace/bitstream/handle/123456789/544/Tesis_Gloria_Ahumada.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

AlKofide, E. A. y AlNamankani, E. (2007) "The association between posture of the head and malocclusion in Saudi subjects", *Cranio - Journal of Craniomandibular Practice*, 25(2), pp. 98–105. doi: 10.1179/crn.2007.016.

Barbera, A. L., Sampson, W. J. y Townsend, G. C. (2014) "Variation in natural head position and establishing corrected head position", *HOMO*, 65(3), pp. 187–200. doi: 10.1016/j.jchb.2014.03.002.

Bister, D. y cols. (2002) "Natural head posture--considerations of reproducibility.", *European journal of orthodontics*, 24(5), pp. 457–70. doi: 10.1093/ejo/24.5.457.

Broadbent, B. (1931) "A new X- Ray technique and its application to orthodontia", *Angle Orthod.*, pp. 45–60.

Canut, J. (1988) *Ortodoncia Clínica*. Editado por Salvat y s. editores. Barcelona, España.

Capon, T. (2016) "Standardised anatomical alignment of the head in a clinical photography studio. A comparison between the Frankfort Horizontal and the natural head position.", *Journal of visual communication in medicine*, 39(3–4), pp. 105–111. doi: 10.1080/17453054.2016.1246059.

Cassi, D. y cols. (2016) "Natural position of the head: review of two-dimensional and

three-dimensional methods of recording”, *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 54(3), pp. 233–240. doi: 10.1016/j.bjoms.2016.01.025.

Castro Arenas, M., Hurtado Peralta, M. y Oyonarte Weldt, R. (2013) “Rendimiento de la evaluación cefalométrica para el diagnóstico sagital intermaxilar: Revisión narrativa”, *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*, 6(2), pp. 99–104. doi: 10.4067/S0719-01072013000200010.

Cerda Lorca, J. y Villarroel Del P., L. (2008) “Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa”, *Revista Chilena de Pediatría*, 79(1), pp. 54–58. doi: 10.4067/s0370-41062008000100008.

Cho, D. y cols. (2015) “Changes in natural head position after orthognathic surgery in skeletal Class III patients”, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. American Association of Orthodontists, 147(6), pp. 747–754. doi: 10.1016/j.ajodo.2015.01.026.

Colilaf Espinoza, S. (2016) “Estudio cuantitativo del autoaprendizaje del tema ‘Análisis cefalométrico elemental para el diagnóstico’ mediante un manual de autoenseñanza actualizado al año 2016”. [Tesis] Universidad de Chile. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/143243> (Accedido: 20 de agosto de 2019).

Colilaf Sebastian (2016) *Análisis Cefalométrico Elemental para el Diagnóstico*. [Tesis] Universidad de Chile.

Companioni Bachá, A. y cols. (2008) “Revista cubana de estomatología.”, *Revista Cubana de Estomatología*, pp. 0–0. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072008000200009&lng=es&nrm=iso&tlng=pt.

Douglas, T. S. (2004) “Image processing for craniofacial landmark identification and measurement: a review of photogrammetry and cephalometry”, *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 28(7), pp. 401–409. doi: 10.1016/j.compmedimag.2004.06.002.

Dubojska, A. M. y Smiech-Slomkowska, G. (2013a) “Natural head position and growth of the facial part of the skull”, *Cranio - Journal of Craniomandibular Practice*, 31(2), pp. 109–117. doi: 10.1179/crn.2013.018.

Dubojska, A. M. y Smiech-Slomkowska, G. (2013b) “Natural Head Position and Growth of the Facial Part of the Skull”, *CRANIO®*, 31(2), pp. 109–117. doi: 10.1179/crn.2013.018.

Duggal, S. y cols. (2016) “Photogrammetric Analysis of Attractiveness in Indian Faces.”, *Archives of plastic surgery*. Korean Society of Plastic and Reconstructive Surgeons, 43(2), pp. 160–71. doi: 10.5999/aps.2016.43.2.160.

Duque Duque, V. y cols. (2013) “Oral health related quality of life in older adults assisting ‘IPS Universitaria’ of Medellin and associated factors.”, *Revista CES Odontología*, 26(1), pp. 10–23. doi: 10.21615/2688.

Enlow, D. (1969) “A procedure for the analysis of intrinsic facial form and growth”, *American Journal of Orthodontics*, (56), pp. 6–13.

Ettorre, G. y cols. (2006) “Standards for digital photography in cranio-maxillo-facial surgery – Part I: Basic views and guidelines”, *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 34(2), pp. 65–73. doi: 10.1016/j.jcms.2005.11.002.

Farkas, L. G. (1994) *Anthropometry of the head and face*. Raven Press. Disponible en:

https://books.google.cl/books/about/Anthropometry_of_the_head_and_face.html?id=MKVpAAAAMAAJ&redir_esc=y (Accedido: 21 de agosto de 2019).

Farkas, L. G., Bryson, W. y Klotz, J. (1980) “Is photogrammetry of the face reliable?”, *Plastic and reconstructive surgery*, 66(3), pp. 346–55.

Fernández Sánchez, J. y Da Silva Filho, O. G. (2009) *Atlas Cefalométría y análisis facial*. Madrid: Ripano.

Ferrario, V. F. y cols. (2003) “Evidence of an influence of asymmetrical occlusal interferences on the activity of the sternocleidomastoid muscle.”, *Journal of oral*

rehabilitation, 30(1), pp. 34–40. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12485381> (Accedido: 21 de agosto de 2019).

Gregoret (2000) *Ortodoncia y cirugía ortognática: diagnóstico y planificación*. Espaxs.

Han, K. y cols. (2010) “Comparison of anthropometry with photogrammetry based on a standardized clinical photographic technique using a cephalostat and chair.”, *Journal of cranio-maxillo-facial surgery: official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery*, 38(2), pp. 96–107. doi: 10.1016/j.jcms.2009.04.003.

Hedayati, Z., Paknahad, M. y Zorriasatine, F. (2013) “Comparison of natural head position in different anteroposterior malocclusions.”, *Journal of dentistry (Tehran, Iran)*, 10(3), pp. 210–20. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25512747> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4264092>.

Heymsfield, S. B. y cols. (2018) “Digital anthropometry: a critical review”, *European Journal of Clinical Nutrition*, 72(5), pp. 680–687. doi: 10.1038/s41430-018-0145-7.

Instituto Nacional de Estadísticas, C. (sin fecha) *Resultados CENSO 2017*. Disponible en: <http://resultados.censo2017.cl/Home/Download> (Accedido: 28 de noviembre de 2019).

Jacobson, A. (2003) “The Wits; appraisal of jaw disharmony. 1975.”, *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 124(5), pp. 470–9. doi: 10.1016/S0889540603005407.

Jacobson, A. y Jacobson, R. (1995) “Radiographic Cephalometry: From Basics to 3-D Imaging, (Book/CD-ROM set)”. Disponible en: http://www.quintpub.com/display_detail.php3?psku=B294X (Accedido: 10 de abril de 2019).

Jayarathne, Y. S. N. y Zwahlen, R. A. (2014) “Application of digital anthropometry for

craniofacial assessment.”, *Craniofacial trauma & reconstruction*. Thieme Medical Publishers, 7(2), pp. 101–7. doi: 10.1055/s-0034-1371540.

Jiménez, I. D. (1989) “Electromyography of masticatory muscles in three jaw registration positions”, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. Mosby, 95(4), pp. 282–288. doi: 10.1016/0889-5406(89)90160-1.

Joshi, M. y cols. (2015) “Sagittal lip positions in different skeletal malocclusions: a cephalometric analysis”, *Progress in Orthodontics*. ???, 16(1). doi: 10.1186/s40510-015-0077-x.

Liu, Y. y cols. (2009) “Comparison of Chinese and US orthodontists’ averaged evaluations of ‘facial attractiveness’ from end-of-treatment facial photographs”, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 135(5), pp. 621–634. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.04.039.

Liu, Y. y cols. (2016) “Relationships of sagittal skeletal discrepancy, natural head position, and craniocervical posture in young Chinese children”, *Cranio - Journal of Craniomandibular Practice*, 34(3), pp. 155–162. doi: 10.1179/2151090315Y.0000000015.

Liu, Y. y cols. (2018) “Relationships of vertical facial pattern, natural head position and craniocervical posture in young Chinese children”, *Cranio - Journal of Craniomandibular Practice*. Taylor & Francis, 36(5), pp. 311–317. doi: 10.1080/08869634.2017.1345461.

Lundstrom, A. y cols. (1995) “Natural head position and natural head orientation: basic considerations in cephalometric analysis and research”, *The European Journal of Orthodontics*, 17(2), pp. 111–120. doi: 10.1093/ejo/17.2.111.

MacEntee, M. I., Stolar, E. y Glick, N. (1993) “Influence of age and gender on oral health and related behaviour in an independent elderly population”, *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, pp. 234–239. doi: 10.1111/j.1600-0528.1993.tb00763.x.

Makofsky, H. (1989) “The effect of head posture on muscle contact position: the

sliding cranium theory.”, *Cranio : the journal of craniomandibular practice*, 7(4), pp. 286–92. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2701090> (Accedido: 21 de agosto de 2019).

Morales, C. (2017) *Asociación entre prevalencia de signos y síntomas de trastornos temporomandibulares y parámetros de morfología facial en pacientes ingresados al postítulo de ortodoncia y ortopedia dentomaxilofacial de la FUCH entre los años 2013 y 2015. [Tesis]. Trabajo de Investigación Requisito para optar al Título de Cirujano Dentista* Universidad de Chile.

Naini, F. B. (2013) “The Frankfort plane and head positioning in facial aesthetic analysis--the perpetuation of a myth.”, *JAMA facial plastic surgery*, 15(5), pp. 333–4. doi: 10.1001/jamafacial.2013.320.

Nobili, A. y Adversi, R. (1996) “Relationship between posture and occlusion: A clinical and experimental investigation”, *Cranio*, 14(4), pp. 274–285. doi: 10.1080/08869634.1996.11745978.

Prieto, F. y Salazar, A. (2010) “Antropometría de la boca a partir de dos vistas stereo and color - based mouth antropometry”, *DYNA*, DYNA, Volu(162), pp. 225–236, 2010.

Proffit, W. R. (2013) *Ortodoncia contemporánea*. 5ª ed. North Carolina: Elsevier España.

Quevedo, L. and G. J. (2004) “Análisis Cefalométricos y estéticos más utilizados en planificación de tratamiento para cirugía ortognática”, p. 136.

Ricketts, R. M. (1976) “Bioprogressive therapy as an answer to orthodontic needs”, (70(03)), pp. 241–68.

Salahzadeh, Z. y cols. (2014) “Assessment of forward head posture in females : Observational and photogrammetry methods”, 27, pp. 131–139. doi: 10.3233/BMR-130426.

Schaaf, H. y cols. (2006) “Standards for digital photography in cranio-maxillo-facial

surgery--Part II: Additional picture sets and avoiding common mistakes.”, *Journal of cranio-maxillo-facial surgery: official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery*, 34(7), pp. 444–55. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17165197> (Accedido: 21 de agosto de 2019).

Scougall Vilchis, R., Contreras Bulnes, R. y Kubodera Ito, T. (2008) “Normas cefalométricas en posición natural de la cabeza para pacientes adultos”, *Revista Española de Ortodoncia*, 38(1), pp. 25–32.

Solow, B. y Tallgren, A. (1976) “Head posture and craniofacial morphology”, *American Journal of Physical Anthropology*, 44(3), pp. 417–435. doi: 10.1002/ajpa.1330440306.

Steiner, C. (1960) “The use of cephalometrics as an aid planning and assesing orthodontic treatment”, *American Journal Orthodontic*, (46), pp. 721–35.

SurveyMonkey (2019) *Calculadora muestral*. Disponible en: <https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/> (Accedido: 28 de noviembre de 2019).

Uysal, T. y cols. (2016) “Natural head position and lower incisor irregularity”, *Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte der Kieferorthopädie*, 77(2), pp. 112–118. doi: 10.1007/s00056-016-0015-7.

Verma, S. K. y cols. (2012) “Natural head position: key position for radiographic and photographic analysis and research of craniofacial complex”, *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 2(1), pp. 46–49. doi: 10.1016/S2212-4268(12)60011-6.

Viazis, A. (1995) *Atlas De Ortodoncia Principios Y Aplicaciones Clinicas*. Editado por E. PANAMERICANA. Buenos Aires.

Zhu, S. y cols. (2018) “The difference between registered natural head position and estimated natural head position in three dimensions”, *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. International Association of Oral and Maxillofacial Surgery, 47(2), pp. 276–282. doi: 10.1016/j.ijom.2017.07.016.

9. ANEXOS Y APÉNDICES:

9.1 Anexo 1. Carta de aprobación del Comité de Ética Científico de la FOUCH



FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA
UNIVERSIDAD DE CHILE

COMITÉ ÉTICO
CIENTÍFICO

ACTA DE EVALUACIÓN DE PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

17 de Enero de 2017

ACTA N°: 2017/27

PROTOCOLO DE ESTUDIO N° 2017/40

En Santiago, a 26 días del mes de Diciembre del año 2016, el H. Consejo del Comité Ético Científico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, con asistencia de sus miembros permanentes: Dr. Eduardo Fernández Godoy (Presidente, Cirujano Dentista, PhD), Dra. Weronika Weil (Cirujano dentista, MSc), Dr. Mauricio Baeza (Cirujano dentista, MSc), Dr. Rodrigo Cabello (Cirujano dentista, MSc), Dr. Alfredo Molina (Bioquímico, PhD), Sra. Paulina Navarrete (Asistente Social), Sr. Roberto La Rosa (Abogado), Patricia Hernández (Cirujano dentista), Rebeca Galarce y miembros alternos: Dra. Viviana Toro y Dr. Ignacio Araya, han revisado los documentos presentados por el Dr. Cristian Vergara, Académico, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, a saber:

1. Proyecto Priodo completo titulado **“Comparación de medidas faciales obtenidas a través de las técnicas de fotogrametría estandarizada y antropométrica directa en adultos jóvenes como examen complementario en ortodoncia”**.
2. Formulario de Consentimiento Informado
3. OTROS DOCUMENTOS PRESENTADOS
 - Resumen Ejecutivo
 - Carta de Compromiso de notificación de los resultados
 - Carta de compromiso Institución Asociada

El Comité ha considerado que este estudio, presenta los siguientes reparos:

RESPECTO A ASPECTOS METODOLÓGICOS:

- Precisar cálculo del tamaño muestral y el procedimiento para reclutar la muestra.
- Explicar la forma en que se realizaran las comparaciones de las mediciones entre los grupos. Se sugiere que la unidad de análisis comparativa sea el sujeto y no medidas (trazos) en forma independiente.

17 de Enero de 2017

RESPECTO A ASPECTOS JURIDICOS:

- Sin enmiendas

RESPECTO A ASPECTOS ÉTICOS:

- 1.- Se solicita aclarar la edad de los sujetos de estudio. Se sugiere que todos sean mayores de 18 años, en caso contrario, si la edad de los sujetos incluye a menores de 18 años (jóvenes entre 15 y 29 años como se menciona en el resumen ejecutivo), entonces deberá incluir un asentimiento informado.
- 2.- Deberá Indicar en el proyecto y en el CI al cabo de cuánto tiempo las fotografías serán desechadas por el equipo investigador.
- 3.- Deberá precisar en la metodología y CI que el fotógrafo estará acompañado.
- 4.- En el CI agregar procedimiento de cómo se medirán los rasgos faciales del participante.
- 5.- Se solicita precisar si se tomarán dos o un tipo de fotografía (frente – perfil), lo que debe ser concordante en todas las partes del proyecto (Resumen ejecutivo, CI, proyecto).

En consecuencia, el Comité Ético Científico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, ha aprobado con observaciones y solicitud de enmiendas del estudio clínico **“Comparación de medidas faciales obtenidas a través de las técnicas de fotogrametría estandarizada y antropométrica directa en adultos jóvenes como examen complementario en ortodoncia”**.

Secretaría C.E.C le solicita enviar las enmiendas correspondientes a este Comité dentro de los 15 días hábiles siguientes a la emisión de esta acta, así como el CI en formato Word, para la emisión del acta de Aceptación con entrega de las versiones de CI en versión final debidamente timbrado, en caso de su aprobación final.




Dr. Eduardo Fernández Godoy
 Presidente CEC


Sra. Paulina Navarrete
 Secretaria CEC


Sr. Roberto La Rosa
 Miembro Permanente CEC


Dra. Weronika Weil
 Miembro Permanente CEC


Dr. Alfredo Molina
 Miembro Permanente CEC

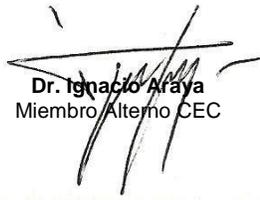

Dr. Rodrigo Cabello
 Miembro Permanente CEC


Dra. Patricia Hernández
 Miembro Alterno CEC


Dr. Mauricio Baeza Paredes
 Miembro Permanente CEC


Sra. Rebeca Galarce
 Miembro permanente CEC


Dra. Viviana Toro
 Miembro Alterno CEC


Dr. Ignacio Araya
 Miembro Alterno CEC

Secretaría C.E.C

C/C: Investigador Principal, Secretaría C.E.C.



FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA
UNIVERSIDAD DE CHILE

COMITÉ ÉTICO
CIENTIFICO

Ed-18 de Abril de 2017

ACTA DE APROBACION DE PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

INFORME N°:2016/27

Acta de Aprobación de Proyecto PRIODO “Comparación de medidas faciales obtenidas a través de las técnicas de fotogrametría estandarizada y antropométrica directa en adultos jóvenes como examen complementario en ortodoncia”.

1. Miembros del Comité Ético-Científico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile participantes en la aprobación del Proyecto:

Dr. Eduardo Fernández Godoy
Presidente CEC

Sra. Paulina Navarrete
Secretaria CEC

Sr. Roberto La Rosa
Miembro Permanente CEC

Dra. Weronika Weil
Miembro Permanente CEC

Dr. Alfredo Molina
Miembro Permanente CEC

Dr. Rodrigo Cabello
Miembro Permanente CEC

Dra. Patricia Hernández
Miembro Alterno CEC

Dr. Mauricio Baeza Paredes
Miembro Permanente CEC

Sra. Rebeca Galarce
Miembro permanente CEC

Dra. Viviana Toro
Miembro Alterno CEC

Dr. Ignacio Araya
Miembro Alterno CEC

2. Fecha de Aprobación: 17/04/2017

Título completo del proyecto: “Comparación de medidas faciales obtenidas a través de las técnicas de fotogrametría estandarizada y antropométrica directa en adultos jóvenes como examen complementario en ortodoncia”.

3. Investigador responsable: Dr. Cristian Vergara Núñez

4. Institución Patrocinante: Facultad de Odontología – Universidad de Chile

5. Documentación Revisada:

- Proyecto
- Consentimiento Informado (CI)
- Asentimiento Informado
- Currículo del investigador responsable y coinvestigadores

6. Fundamentación de la aprobación

Este proyecto es aprobado luego que se realizaran las modificaciones en relación a los siguientes aspectos metodológicos y éticos:

RESPECTO A ASPECTOS METODOLÓGICOS:

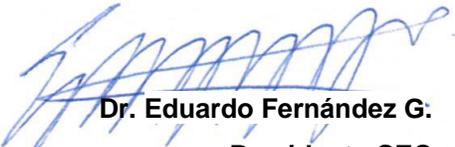
- Precisar cálculo del tamaño muestral y el procedimiento para reclutar la muestra.
- Explicar la forma en que se realizaran las comparaciones de las mediciones entre los grupos. Se sugiere que la unidad de análisis comparativa sea el sujeto y no medidas (trazos) en forma independiente.

RESPECTO A ASPECTOS ÉTICOS:

- Aclarar la edad de los sujetos de estudio. Se sugiere que todos sean mayores de 18 años, en caso contrario, si la edad de los sujetos incluye a menores de 18 años (jóvenes entre 15 y 29 años como se menciona en el resumen ejecutivo), entonces deberá incluir un asentimiento informado.
- Indicar en el proyecto y en el CI al cabo de cuánto tiempo las fotografías serán desechadas por el equipo investigador.
- Precisar en la metodología y CI que el fotógrafo estará acompañado.
- En el CI agregar procedimiento de cómo se medirán los rasgos faciales del participante.
- Precisar si se tomarán dos o un tipo de fotografía (frente – perfil), lo que debe ser concordante en todas las partes del proyecto (Resumen ejecutivo, CI, proyecto).

Ed-18 de Abril de 2017

En consecuencia, el Comité Ético Científico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, ha aprobado el Protocolo del estudio **“Comparación de medidas faciales obtenidas a través de las técnicas de fotogrametría estandarizada y antropométrica directa en adultos jóvenes como examen complementario en ortodoncia”**.



Dr. Eduardo Fernández G:

Presidente CEC



c/c.: Investigador Principal y Secretaría C.E.C.

9.2 Anexo 2. Carta de aprobación de la Dirección de Investigación de la FOUCH



Santiago, noviembre 02 de 2016
 DIFO N° 0018/2016
 Mat.: Revisión proyecto PRI-ODO

Señor
Dr. CRISTIAN VERGARA NÚÑEZ
 Departamento del Niño y ODM
Presente

Estimado Dr. Vergara:

Informo a usted que los aspectos científicos de su proyecto PRI-ODO "**Comparación de medidas faciales obtenidas a través de las técnicas de fotogrametría estandarizada y antropométrica directa en adultos jóvenes como examen complementario en ortodoncia**" han sido aprobados por el Comité Revisor DIFO. Sin embargo, el proyecto solo podrá iniciarse y ejecutarse una vez que se le asigne el código, para lo cual se deberán recepcionar en esta Dirección los certificados de aprobación de Comité de Bioseguridad de Campus Norte y Comité de Ética.

Sin otro particular, le saluda atentamente,



Dra. DENISSE BRAVO R.
 Directora de Investigación

DBR-cfc



9.3 Anexo 3. Certificado de aprobación del Comité Institucional de Bioseguridad de la FOUCH



Comité Institucional de Bioseguridad
Administración Conjunta Campus Norte
FDO N°87

Santiago, 08 de Noviembre de 2016.

C E R T I F I C A D O

El Comité Institucional de Bioseguridad (CIB) ha analizado el Proyecto de Investigación PRI-ODO 2016, titulado “**Comparación de medidas faciales obtenidas a través de las técnicas de fotogrametría estandarizada y antropométrica directa en adultos jóvenes como examen complementario en ortodoncia**”. El Investigador Responsable de este proyecto es el Profesor Cristian Vergara Núñez, Académico del Departamento del Niño y Ortopedia Dento Maxilar.

El CIB certifica que el proyecto no requiere estar bajo su revisión y supervisión, ya que el protocolo a seguir para el desarrollo de los objetivos incluye fotografías de rostro de frente y perfil de los voluntarios para obtener mediciones directas e indirectas de estas zonas mediante imágenes digitalizadas.

Se extiende el presente certificado a solicitud del Profesor Vergara para ser presentado en la Dirección de Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

Dr. Mario Chiong
Secretario

Dra. Carla Lozano M.
Presidenta

9.4 Anexo 4. Consentimiento informado aprobado por el Comité de Ética Científico de la FOUCH



Fecha de edición: 20 de abril de 2016

CONSENTIMIENTO INFORMADO

TÍTULO DEL PROTOCOLO : “Comparación de medidas faciales obtenidas a través de las técnicas de fotogrametría estandarizada y antropométrica directa en adultos jóvenes como examen complementario en ortodoncia”

INVESTIGADOR PRINCIPAL : Prof. Dr. Cristian Vergara Núñez

SEDE DEL ESTUDIO : Universidad de Chile. Facultad de Odontología. Departamento del Niño y Ortopedia Dentomaxilar.

DIRECCIÓN : Sergio Livingstone 943. Santiago

NOMBRE DEL VOLUNTARIO : _____

FECHA : ____/____/____



Yo Cristian Vergara Núñez, docente de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, Departamento del Niño y Ortopedia Dentomaxilar, estoy realizando una investigación acerca de la mejor forma de tomar una foto facial y que lo que se mida en ella sea lo mismo que se mida en la persona directamente. Le proporcionaré información y lo(a) invitaré a ser parte de ella. No tiene que decidir hoy si lo hará o no. Antes de hacerlo puede hablar acerca de la investigación con cualquier persona de su confianza. Este proceso se conoce como Consentimiento Informado y puede que contenga términos que usted no comprenda, por lo que siéntase con la absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto. Una vez que haya comprendido la Investigación y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme este formulario. Los aspectos de este formulario tratan los siguientes temas: Justificación de la Investigación, Objetivo de la Investigación, Tipo de Intervención y procedimiento, Beneficios y Riesgos Asociados a la Investigación y Aclaraciones.



Justificación de la Investigación: El Departamento identificado, se encuentra desarrollando una investigación acerca de la mejor forma de tomar una foto facial y que lo que se mida en ella sea lo mismo que se mida en la persona directamente. El Estudio permitirá desarrollar protocolos de toma de fotografías para una persona que serán útiles a la comunidad académica que estudia, por ejemplo, los cambios que tiene un paciente después de un tratamiento de ortodoncia o cirugía. Así también será un aporte a la investigación de otros académicos y alumnos de nuestra facultad.

Objetivo de la Investigación: Esta investigación tiene por objetivo comparar las medidas que se toman en una persona y las que se pueden medir en una fotografía de esa misma persona.

De su participación en el estudio: Se le tomarán dos fotos, una de frente y otra de perfil estandarizadas. Estas fotos se eliminarán al cabo de 4 años. El fotógrafo estará acompañado. La medición directa de las distancias faciales se realizará con un compás de puntas secas y una regla metálica de 20 cm. Estas mediciones se realizarán 3 veces y se consignará el promedio para cada una.

Beneficio de la Investigación. El beneficio de este estudio es el aporte para el progreso del conocimiento y generar un protocolo de fotografía, lo que ayudará al registro clínico y también para la investigación.

Tipo de Intervención y Procedimiento. Usted debe saber que su participación es voluntaria y que puede retirarse del estudio cuando lo estime, sin recibir por ello ningún tipo de sanción de parte del equipo investigador. Tampoco habrá ninguna repercusión negativa para Ud. Tampoco está contemplado un beneficio directo para su salud y/o monetario derivado de su participación en el Estudio. Si usted acepta participar, se le tomarán dos fotos faciales. Las fotografías se le tomarán en la Clínica Odontológica de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, zócalo, cuya dirección es Av. La Paz 750, Comuna de Independencia, los días miércoles de 15:00 a 17:30 horas.

La toma de estas fotos no representan ningún peligro para usted, pero si necesita información, puede comunicarse al teléfono 29781725, con el Responsable del Proyecto: Prof. Cristian Vergara Núñez. El horario de atención es de 08:30 a 19:00 horas de los miércoles y desde las 8:30 a 17:00 los jueves.

Los materiales para el estudio serán aportados por la Facultad de Odontología, **sin costo alguno para usted**, durante el desarrollo de este proyecto.

Riesgo de la Investigación. No correrá ningún riesgo durante y posterior a la toma de las dos fotografías.

Toda la información derivada de su participación en este estudio, será conservada en forma de **estricta confidencialidad**, lo que incluye el acceso de los investigadores o agencias supervisoras de la investigación. Cualquier publicación o comunicación científica de los resultados de la investigación será



completamente anónima. Cabe destacar que sus datos personales serán codificados, es decir, se les asignará un número. Bajo ninguna circunstancia el investigador responsable o los coinvestigadores divulgarán estos antecedentes. Sólo se trabajará con el código asignado. **Jamás se usarán su fotografías en ninguna publicación, clase o sociabilización de los resultados del estudio.**



Aclaraciones

- La participación es completamente voluntaria
- No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar responder o si decide retirarse.
- Los datos obtenidos serán de exclusiva utilización para este estudio.
- No tendrá que efectuar gasto alguno como consecuencia del estudio.
- No recibirá pago por su participación.
- Usted podrá solicitar información actualizada sobre el estudio, al investigador responsable.
- La información obtenida de la Investigación, respecto de la identificación de voluntarios, será mantenida con estricta confidencialidad por los investigadores, para esto, no se utilizará su nombre sino un sistema de código. No se usarán nunca sus fotos para publicaciones, clases o cualquier difusión de los resultados del estudio.

Después de haber recibido y comprendido la información de este documento, y de haber podido aclarar todas sus dudas, puede, si lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado del Proyecto: **"Comparación de medidas faciales obtenidas a través de las técnicas de fotogrametría estandarizada y antropométrica directa en adultos jóvenes como examen complementario en ortodoncia"**.



Carta de Consentimiento Informado

A través de la presente, declaro y manifiesto, libre y espontáneamente y en consecuencia acepto que:

1. He leído y comprendido la información anteriormente entregada y que mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria.
2. He sido informado /a y comprendo la necesidad y fines de participar en este estudio.
3. Tengo conocimiento del procedimiento a realizar.
4. Conozco los beneficios de participar en la Investigación
5. El procedimiento no tiene riesgo alguno para mi salud.
6. Además de esta información que he recibido, seré informado/a en cada momento y al requerimiento de la evolución de mi proceso, de manera verbal y/o escrita si fuera necesaria y al criterio del investigador.
7. Autorizo a usar mi caso para investigación protegiendo mi identidad



Doy mi consentimiento al investigador y al resto de colaboradores, a realizar las fotografías, **PUESTO QUE SE QUE ES POR UN BUEN FIN.**

Nombre del Voluntario: _____

RUT: _____

Firma: _____

Fecha: _____

Sección a llenar por el Investigador Principal

He explicado al Sr(a) _____ la naturaleza de la investigación, le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que conozco la normativa vigente proporcionada por el Comité Ético Científico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, para la realizar la investigación con seres humanos y me apego a ella.

Nombre del Investigador Principal: _____

Firma: _____

Fecha: _____



