REG. 90756

M.
R 457 v
2012

UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESCUELA DE GRADUADOS
CATEDRA DE CIRUGÍA

"VALIDACIÓN DEL T.A.C. COMO SISTEMA DE MEDICIÓN DE VOLUMEN ORBITARIO EN OSAMENTAS HUMANAS MEDIANTE EL USO DEL PRINCIPIO DE CAVALIERI, USANDO COMO SISTEMA DE REFERENCIA EL VOLUMEN POR DESPLAZAMIENTO DE AGUA"

Tesis para optar al Grado de Magister en Ciencias Odontológicas con mención en Cirugía y Traumatología Oral y Maxilofacial

UNIVERSIDAD DE VALPARAISO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS
FACULTAD DE ODONTOLOGIA

Alumno Tesista: Dr. Pablo Salvador Reyes Olave.
Profesor Guía: Dr. Edwin Valencia Mundi.

Valparaiso, Chile
2012

AGRADECIMIENTOS

Al finalizar un trabajo tan importante y trascendental en la vida de un estudiante de postgrado que tiene como objeto la obtención de una especialidad y de un grado académico, es impensable no detenerse a homenajear a personas e instituciones que hicieron este trabajo posible. Por tanto es que es para mí un verdadero placer utilizar este espacio para ser justo y consecuente con ellos, expresándoles mis agradecimientos.

Debo agradecer de manera especial y sincera al Dr. Edwin Valencia Mundi por aceptarme en el programa de especialización en cirugía, y por aceptar realizar esta tesis bajo su dirección, su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas, no solo en el desarrollo de esta tesis, sino también en la formación como cirujano, fueron muy importantes y decidoras, muchas gracias profesor y espero poder seguir bajo su guía en futuras empresas.

Quiero expresar también mi más sincero agradecimiento al Dr. Rodrigo Villalobos Aracena por su importante aporte y activa participación en el desarrollo de esta tesis, por brindarme apoyo y guía durante el desarrollo de esta, conseguir recursos y confiar que dicho trabajo saldría adelante y que sería un aporte, además a través de él agradecer al Hospital del Trabajador de Chile institución que permitió y patrocinó desarrollar en su vientre mi proyecto de tesis, facilitando personal, infraestructura, y recursos.

A mis compañeros de postgrado Yessica y Carlos les agradezco sus consejos, paciencia y apoyo en todos los momentos vividos en estos años.

Y por supuesto, el agradecimiento más profundo y sentido va para mi familia. Sin su apoyo, colaboración e inspiración habría sido imposible llevar a cabo esta dura travesía, a mis padres Rosa y Hugo, a mis papas postizos Lucia y Leoncio que tanto aportaron, a Francia por su irrestricto apoyo y en especial a mi hijo camilo que con su dulzura y cándida sonrisa alentó mis pasos para poder dar termino a dicho camino, a todos infinitas gracias.

INDICE

INTRODUCCIÓN..... 1

ASPECTOS TEÓRICOS.....3

OBJETIVOS.....8
. Objetivo generales.....8
. Objetivos específicos..... .8

.HIPOTESIS..... 9

MATERIALES Y MÉTODO.....10
. Protocolo de medición pasos comunes.....10
· Protocolo de medición mediante TAC.....12
· Protocolo de medición mediante desplazamiento de agua.....13
. Justificación método estadístico.....14

RESULTADOS.....15
. Mediciones órbita derecha.....15
. Mediciones órbita izquierda.....15
. Coeficiente de concordancia de Lin.....16
. Método de Bland y Altman 17
. Comparación de volúmenes orbitarios contralaterales.....21

DISCUSIÓN.....25

CONCLUSIONES.....28

SUGERENCIAS..... 29

RESUMEN.....30

BIBLIOGRAFÍA.....31

INTRODUCCIÓN

Dentro de la traumatología, las fracturas orbitarias constituyen en la actualidad un grupo de lesiones faciales de frecuencia y severidad creciente, representando un desafío constante para el cirujano máxilofacial.

Existen distintos tipos de fracturas orbitarias: entre ellas encontramos lineales simples, circulares "blow-in" (desplazamiento de los fragmentos de la fractura hacia la cavidad orbitaria, con disminución del volumen orbitario) o "blow-out" (desplazamiento de los fragmentos hacia fuera de la cavidad orbitaria, con aumento del volumen orbitario y desplazamiento de los tejidos blandos) y fracturas conminutas (múltiples pequeños fragmentos óseos con gran variación de volumen).

Las consecuencias de estos traumatismos son variadas siendo una de las principales la repercusión funcional, que puede ir desde la directa lesión del globo ocular y del nervio óptico; a una función anormal de los músculos debido al atrapamiento de estos por algunas de las fracturas. También se puede producir diplopia (limitación de la mirada superior o inferior, o de la abducción), producida por un atrapamiento muscular o de la grasa orbitaria circundante, o por paresia de los músculos extraoculares. Además, encontramos alteraciones estéticas y funcionales producidas por el descenso del globo ocular produciendo un enoftalmo o hipoftalmo (desplazamiento del globo ocular producido por pérdida del volumen orbitario, secundaria a la atrofia grasa y/o al prolapso del contenido orbitario en el seno maxilar o etmoidal).

El estudio imagenológico más adecuado para evaluar fracturas de la región facial es la tomografía axial computada (TAC) y en menor medida la radiología convencional ya que en esta se produce superposición de estructuras. El TAC permite un detallado estudio de las estructuras en general (encéfalo, nervios, cavidades). Particularmente, para la evaluación del compromiso orbitario resulta ser el Gold Standar, ya que permite una excelente valoración del marco esquelético y de los tejidos blandos que la componen. A pesar de ello, en la evaluación temprana del trauma orbitario, cuando existen importantes cambios volumétricos al interior y exterior de dicha estructura anatómica resulta deficiente ya que no nos permite cuantificar dichos cambios de volumen, esto será muy inconveniente ya que de la magnitud de estos cambios volumétricos dependerá el normal funcionamiento posterior del globo ocular, por ende si no es posible objetivar estos cambios de volumen de manera temprana se deberá esperar, de semanas hasta meses a que este disminuya para poder determinar el tratamiento a seguir trayendo consecuencias negativas para el paciente en lo que respecta a su pronta recuperación y reinserción laboral, esto resulta una limitante de dicho examen ya que para poder calcular dicho volumen se requieren costosos software adicionales, y que en general no se encuentran en los equipos presentes en los servicios de nuestro país.

Por lo tanto, el propósito del estudio es validar un método simple y exacto de medición de volumen orbitario en osamentas humanas, mediante el uso del TAC que sea fácilmente extrapolable a los pacientes y que no requiera costosos softwares, sino se establezca a partir del Principio de Cavalieri (principio que permite calcular el volumen de un cuerpo). El validar un método de obtención de volumen orbitario que sea simple, de bajo costo y reproducible, nos permitirá en futuros estudios determinar los límites mínimos y máximos de variaciones volumétricas necesarias para producir alteraciones de la función ocular en pacientes que hayan

sufrido trauma orbitario y así poder contribuir a evaluar tempranamente la necesidad de realizar un tratamiento quirúrgico, contribuyendo así a una recuperación más pronta del paciente, con una reinserción laboral temprana y producir de esta manera una mejora en la calidad de vida a más corto plazo, además con los datos obtenidos podremos evaluar si existe o no, equivalencia entre los volúmenes orbitarios de ambas orbitas de un mismo individuo, lo cual sería muy valioso para protocolizar su eventual reconstrucción, tomando en cuenta la órbita contralateral como referencia, ya que la mayoría de los traumatismos involucran una sola órbita.

ASPECTOS TEÓRICOS

Los traumatismos son un problema grave de salud pública a nivel mundial, por sus altas tasas de morbimortalidad, estos han aumentado drásticamente en las últimas décadas en el mundo y también en nuestro país, siendo la tercera causa de muerte en la población general en Chile y la primera entre los jóvenes, además de ser la principal causa de ingreso masculino en hospitales en una proporción de 3:1 con relación al género femenino. (Rojas y cols., 2002), Consecuentemente a esto el trauma facial también ha tenido un incremento según la experiencia nacional e internacional, alrededor de 50% de los traumatismos faciales de importancia se deben a accidentes de tránsito y 30% son causados por violencia civil, que ha aumentado en paralelo con las lesiones de balísticas. Los accidentes laborales corresponden a no más de 10% de los casos y en general se deben a traumatismos de alta energía. Otras causas son los accidentes del deporte (6%), las caídas, las mordeduras de animales, todo esto se traduce en un gran costo para los sistemas de salud, por su gran impacto en la población joven lo que implica una altísima pérdida en años de vida potencial y por lo tanto en productividad económica.(Rojas y cols., 2002; Gomes y cols., 2006; Medina y cols., 2006; Montovani y cols., 2006; Figueroa y cols.; 2008).

En la actualidad resulta difícil clasificar las fracturas faciales, ya que el aumento de los vehículos motorizados, la velocidad de las carreteras y la violencia social, han llevado a la generación de fracturas panfaciales, ósea que comprometen distintos huesos del macizo cráneo-facial, distintas a las tradicionalmente descritas.

Al realizar el análisis de los tercios faciales que mayoritariamente se ven comprometidos por trauma, según los estudios el tercio medio fue el más afectado por las fracturas con un valor aproximado 50%, seguido por el tercio inferior con un 30% y otras fracturas 20%. (Medina y cols., 2006; Subhashraj y cols., 2007; Figueroa, 2008), muchas de las fracturas que involucran el tercio medio y superior comprometen la órbita, ya que su compleja estructura arquitectónica involucra a casi todos los huesos del tercio medio y superior facial, por ende se ve expuesta a múltiples tipos de fracturas donde destacan las del complejo cigómato-orbitario, que constituyen cerca de 35-45 % de las fracturas orbitarias. Dentro de la traumatología, las fracturas orbitarias constituyen en la actualidad un grupo de lesiones faciales de frecuencia y severidad creciente, representando un desafío constante para el cirujano máxilofacial.

Anatómicamente la órbita es una estructura ósea cuyo propósito primario es albergar y proteger el globo ocular. Esta una pirámide de cuatro lados con el ápice en el foramen óptico y con base anterior dada por el reborde orbitario. Conformada por los huesos: maxilar, zigomático, frontal, etmoidal, lacrimal, palatino y esfenoides (Forbes y cols., 1985, Ji y cols 2010). Las paredes orbitarias varían en grosor y fortaleza. El compromiso por trauma de los dos tercios anteriores es más común ya que encontramos allí los senos etmoidales y maxilares los cuales actúan como absorbedores de energía comprometiéndose frecuentemente. Muchos intentos se han hecho por clasificarlas. Fueron Smith y Regan en 1957 quienes describieron por primera vez el término Blow-out para referirse a las fracturas puras de órbita sin reborde orbitario(Fan y cols., 2003). Jackson las clasifica en zigomático-orbitarias, naso-órbito-etmoidales e internas. Converse y Smith en 1960 las clasificaron en lineales simples, fracturas circulares "blow-in" (desplazamiento de los fragmentos de la fractura hacia la cavidad orbitaria, con la consiguiente

disminución del volumen orbitario) o "blow-out", (desplazamiento de los fragmentos hacia fuera de la cavidad orbitaria, con aumento del volumen orbitario y desplazamiento de los tejidos blandos) y fracturas conminutas (múltiples pequeños fragmentos óseos con gran variación de volumen).(Charteris y cols., 1993;Gellrich y cols., 2002;Kolk y cols., 2005; Zhang y cols., 2012;Schoumana y cols., 2012).

Se puede producir también una rotación de los fragmentos óseos de la porción central de la fractura denominándose en dicho caso fracturas "trapdoor". Si el trauma involucra uno de los rebordes es considerado como impuro, y generalmente se encuentra en las fracturas malares, maxilares, naso-órbito-etmoidales y frontales. (Fan y cols., 2008; Zhang y cols.,2012).

El defecto creado por las fracturas es variable y puede ocasionar un alteración del volumen orbitario que puede modificar la relación continente-contenido de los tejidos blandos de la órbita produciendo la apariencia de hipoftalmos y/o enoftalmos (desplazamiento del globo ocular producido por pérdida del volumen orbitario, secundaria a la atrofia grasa y/o al prolapso del contenido orbitario en el seno maxilar o etmoidal.) (Bite y cols., 1985; Schoumana y cols., 2012). La grasa herniada contiene el septum fibroso, lo cual altera la actividad mecánica de los músculos extraoculares. Cambios en la posición del globo pueden tener impacto en la tensión y contracción de dichos músculos. Además existe la posibilidad de daño directo neural y muscular. Cualquiera de estos factores, pueden causar una falla en la mirada conjugada y producir diplopía (limitación de la mirada superior o inferior, o de la abducción). Por lo anterior debe determinarse en el examen clínico el mecanismo y dirección del trauma, siendo además obligatorio una valoración por oftalmología ya que un 0.6 a 4% de los pacientes con fractura orbitaria presentan una pérdida significativa o completa de la visión. El examen funcional del globo ocular se realiza para buscar la presencia de atrapamiento ocular o paresia. La diplopía debe ser registrada, si es en posición extrema de la mirada, puede ser debida al edema. Se debe realizar un test de ducción forzada para determinar si la paresia se debe a un atrapamiento muscular o a una lesión neuromuscular.(Fan y cols., 2000;Schoumana y cols., 2012)

Los avances técnicos desarrollados en la imagenología en las últimas décadas han introducido cambios revolucionarios en los métodos de exploración médica, desplazando ampliamente a la radiología convencional, que por la sumatoria de estructuras no entrega la información requerida por el clínico. La Tomografía Axial Computarizada (TAC) es una modalidad de diagnóstico desarrollada por Hounsfield entre los años 1967 y 1972, que nos muestra imágenes seccionales del cuerpo humano, las cuales representan los distintos coeficientes de atenuación de los tejidos presentes en el plano explorado y son reconstruidas por una computadora a partir de los datos obtenidos de la excitación de los detectores durante el giro o rotación del tubo de rayos X. La gran ventaja del TAC es que evita las superposiciones de las estructuras fuera del plano de interés, lo cual ocurre en las proyecciones radiográficas tradicionales, y proporciona una exhaustiva información sobre los objetos examinados.

Este es el caso de la exploración de la órbita, donde desde la utilización de la Tomografía Computada (TC) han mejorado sustancialmente el diagnóstico y manejo clínico de los pacientes, y ha logrado mostrar tanto la órbita ósea como su contenido de partes blandas (globo ocular, musculatura y grasa orbitaria), sin la necesidad de introducir ningún medio de contraste. Además permitió por primera vez la exploración neuro-oftalmológica global de toda la vía óptica, al poder valorar la órbita y el propio parénquima cerebral conjuntamente. Para ello se necesitan imágenes en tres planos, coronal, axial y sagital con cortes que van de 1 a 3 mm de ancho.

Charteris y cols., 1993; Gellrich y cols., 2002; Kolk y cols., 2005;Ji y cols 2010;Schoumana y cols., 2012). Debido a su compleja constitución anatómica , su forma piramidal y la cantidad de estructuras que por su interior circulan, resulta muy difícil realizar mediciones de cambios volumétricos que puedan ocurrir a su interior posterior a un traumatismo, para ello en la actualidad existen varios estudios que presentan métodos de medición de volúmenes orbitarios mediante TAC, en pacientes que posterior a un trauma hayan sufrido fractura orbitaria, para ello se ocupan costosos software que deben ser adquiridos a empresas externas, por los centros que posean TAC, estos relacionan el ancho de los cortes con fórmulas matemáticas secretas presentes en dichos softwares haciendo posible la correcta medición del volumen orbitario postrauma de manera inmediata.(Bite y cols.,1985; Deveci y cols.,2000;Ploder y cols., 2002; Fan y cols 2008; Kwon J. y cols., 2010). Además se presentan otros estudios que describen métodos de medición más sencillos y repetibles, sin la utilización de software de medición, pero que carecen de estudios de validación, por lo que ellos recomiendan verificar la precisión de dichos métodos. (McGurk y cols., 1992; Raskin y cols 1998; Fan X y cols., 2000-2008; Ji y cols 2010).

La Resonancia Magnética Nuclear (R.M.N.) tiene una utilidad limitada en el trauma orbitario, utilizándose principalmente para valorar las lesiones intraoculares y de tejidos blandos no muy bien objetivadas mediante el TAC. (Forbes y cols., 1985;Kolk A y cols.; 2005-2008; Andreas y cols., 2007).

La actitud terapéutica ante una fractura orbitaria es controvertida. En la década de los 50 y 60, Smith y Converse eran partidarios de la cirugía inmediata (antes de dos o tres semanas), para todos los pacientes con evidencia clínica o radiológica de fractura orbitaria. Según estos autores, el diagnóstico precoz y el tratamiento específico disminuía las deformidades tardías, tales como el enoftalmos y la diplopia. (Ploder y cols., 2003)

En 1971, Von Noorden y Emery cuestionaron la necesidad de la intervención quirúrgica precoz. Su revisión retrospectiva incluía 159 casos de fractura del piso orbitario vistos en el Johns Hopkins Hospital entre 1952 y 1969. No evidenciaron diferencias significativa entre el tratamiento quirúrgico y el conservador a. Sin embargo, el enoftalmos tenía mejores resultados funcionales y estéticos con la cirugía. Así, en la literatura se enfatizó la conducta conservadora respecto a la diplopia y se recomendó la observación inicial de todos los pacientes, dejando la cirugía sólo para aquellos que no mejoraran.(Raskin y cols., 1998).

En 1974, Putterman, Stevens y cols. afirmaron que todas las fracturas orbitarias debían seguirse durante un mínimo de cuatro a seis meses antes de considerar la corrección quirúrgica, basándose en un estudio retrospectivo y prospectivo de pacientes separados en un grupo quirúrgico y otro no quirúrgico no considerando.

En 1982, Wilkins y Havins encuestaron a los miembros de la Sociedad Americana de Cirugía Oculoplástica y Reconstructiva, acerca de su preferencia ante las fracturas del suelo orbitario. Dos tercios de los encuestados afirmaron que ellos operaban antes de las dos semanas tras la lesión cuando las lesiones eran de piso o pared medial para una más rápida recuperación y reinserción laboral. Un tercio esperaba de dos a seis semanas y solamente un 2% esperaba durante seis meses.En 1985, Putterman rebajaba su indicación previa en contra de la intervención quirúrgica precoz, recomendando que los pacientes con fractura "blow-out" debieran seguirse hasta que su motilidad se estabilice. Recomendaba la corrección quirúrgica si estos valores se estabilizaban antes de tres semanas y el paciente presentaba una incapacidad por su diplopia o

enoftalmos, a la vez que aconsejaba técnicas de cirugía de musculatura extraocular o estética si la estabilización tenía lugar después de tres semanas.(Fan y cols., 2008;Ploder y cols., 2002).

Actualmente existen otros estudios que proponen métodos que determinan mediante TAC y sofisticados softwares la inmediatez del tratamiento ya que gracias a estas imágenes 3D pueden objetivar cambios volumétricos intraorbitarios los cuales determinan según ellos la necesidad de realizar tratamientos quirúrgicos con más antelación. (Ji y cols, 2010; Acer y cols., 2011; Schoumana y cols., 2012; Zhang y cols., 2012)

De lo anterior es que se han señalado indicaciones absolutas y relativas de exploración además de cirugías correctivas para evitar posibles secuelas. Entre las indicaciones absolutas tenemos enoftalmos agudo (de más de 2 ó 3 mm) y/o hipoftalmos (mayor de 2 ó 3 mm) y restricción mecánica de la mirada asociada a diplopía con un test de ducción forzada y evidencia radiológica de atrapamiento muscular (Bite y cols., 1985; Zhang y cols., 2010). Entre las indicaciones relativas encontramos en primer lugar la presencia de un área 1.5 a 2 cm de pared desplazada o defecto mayor del 50% del piso o pared medial, detectados mediante tomografía computarizada. En segundo lugar la persistencia de diplopía con un test de ducción forzada negativo, sin evidencia de injuria neural. Por lo anterior algunos autores proponen que ante la duda de atrapamiento muscular o del contenido periorbitario se da un margen de espera de 7-10 días y manejo con corticoides sistémicos. Si no hay mejoría significativa (con diplopía en mirada a 30 grados de la posición de referencia) se debe realizar exploración quirúrgica. Las disrupciones de menos de un 50% del suelo orbitario sin deformidad estética clara, precisan seguimiento clínico durante dos semanas. Si durante este período aparece enoftalmos mayor de 2 mm o hipoftalmos, se procede a manejo quirúrgico. (Grant y cols., 1997; Ramieri y cols., 2000; Podler y cols., 2003; Zhang y cols., 2010).

Si analizamos detalladamente todo lo anteriormente expuesto el momento de determinar realizar un tratamiento quirúrgico o no, es controversial, diversos autores proponen diversas alternativas que se basan en parámetros clínicos apoyados solo en la objetivación de la fractura en si mediante TC y la correlación con la morbilidad causada, también se proponen cirugías exploratorias, o esperar distintos tiempos hasta que desaparezcan los efectos causados por los cambios de volumen producidos por el trauma al interior de cada orbita; aunque en los últimos estudios se proponen sistemas de medición más sofisticados donde se consideran cambios volumétricos medidos mediante softwares, pero en general no se preceden de estudios de validaciones de métodos previos a dichos estudios . Por ende del punto de vista diagnostico sería necesario como alternativa predictiva "validar" un sistema de medición orbitaria que nos permita en futuros estudios medir las variaciones volumétricas en orbitas afectadas por traumatismos, desde el primer momento ocurrido el trauma y poder compararlas hasta determinar el grado mínimo y máximo de rangos permitidos de variaciones volumétricas que puedan afectar la correcta función ocular y poder así evaluar tempranamente un eventual tratamiento quirúrgico.(McGurk y cols., 1992;Schuknecht y cols., 1996; Deveci y cols., 2000; Jaehwan K y cols.; 2009; Zhang y cols., 2010; Acer y cols., 2011; Schouman y cols ., 2012).

Para contribuir a ello es que proponemos validar un método simple, exacto y repetible de medición de volumen orbitario en osamentas humanas, comparando dos sistemas de medición por un lado el sistema de desplazamiento de agua el cual es bastante exacto ya que nos dirá el valor real del volumen orbitario y por el otro el uso del TAC mediante el Principio de Cavalieri, método sencillo que permite calcular el volumen de cualquier tipo de figura irregular,

multiplicando para este caso el área de un corte de TAC con la altura de dicho corte (1mm) y realizando la sumatoria de todos los cortes, y así poder de una manera confiable determinar en futuros estudios el volumen orbitario de un paciente con traumatismo orbitario para dilucidar tempranamente la necesidad de realizar un tratamiento quirúrgico, contribuyendo de esta manera a una recuperación más pronta del paciente, con una reinserción laboral temprana y mejora en la calidad de vida, además podremos evaluar si existe o no, equivalencia entre los volúmenes de ambas orbitas del mismo individuo lo cual sería valioso para protocolizar su eventual reconstrucción tomando en cuenta la orbita contralateral como referencia.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Validar un método simple y reproducible de medición de volumen orbitario usando el TAC mediante el Principio de Cavalieri.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar el volumen orbitario de osamentas humanas mediante el método de desplazamiento de agua.

Determinar el volumen orbitario de osamentas humanas mediante el uso de TAC usando el Principio de Cavalieri.

Comparar valores de mediciones de volumen orbitario en cada una de las orbitas mediante desplazamiento de agua v/s TAC.

Evaluar equivalencia de volumen entre ambas orbitas de cada una de las osamentas humanas.

HIPÓTESIS DE TRABAJO

"Existe concordancia entre el método de obtención de volumen orbitario a través de TAC y el método de medición volumétrico de desplazamiento de agua, en cavidades orbitarias de osamentas humanas".

MATERIALES Y MÉTODOS.

Para realizar dicho estudio se obtuvieron del universo de cráneos pertenecientes a la unidad de anatomía de la Universidad de Talca, una muestra de diez cráneos secos obtenidos por un muestreo no probabilístico, que cumplan con el criterio de inclusión de presentar integridad de la cavidad orbitaria derecha e izquierda. En cada cráneo la unidad de estudio fue la cavidad orbitaria, sumando un total de 20 unidades de estudio orbitarias. Cada una de ellas fue sometida a dos sistemas distintos de medición de volumen orbitario, uno a base de desplazamiento de agua (Gold Standard), y otro realizado por medio de un TAC mediante el principio de cavalieri, para ello se sometió cada órbita a un protocolo de medición del volumen orbitario que a continuación se describe:

Protocolo de medición:

Pasos comunes de tratamiento a los cráneos secos

Lo primero que se realizó fue la creación de un cefalostato de madera, que permitió, colocar los cráneos secos en una posición estandarizada para cada una de las acciones que se deben realizar sobre ellos. Posteriormente se tomaron los cráneos y se procedieron a sellar con cera amarilla de uso odontológico (cera de abeja no refinada, marca nacional) los conductos o fisuras, luego se colocó vaselina como aislante en toda la cavidad orbitaria para evitar adherencias indeseadas. Luego de realizar dicho procedimiento se preparó el material de impresión Alginato regular Jeltrate® (DENTSPLY Caulk, USA) él cual fue preparado siguiendo las especificaciones del fabricante, para no alterar su comportamiento y obtener así las mejores características del material, esto se llevo a cabo de la siguiente manera:

- Fueron pesadas tres medidas de polvo hasta lograr 21 gr, y fueron mezclaron con 57 ml de agua a temperatura ambiente.
- Se estableció una temperatura de trabajo de 23°C por medio de un aire acondicionado, presente en el laboratorio del Hospital del Trabajador.
- La humedad ambiental relativa se encontró dentro de 40%-60% esto se monitorizo mediante un higrómetro presente en el laboratorio del Hospital del Trabajador.
- La mezcla fue dosificada sobre un vibrador en una proporción de 3 medidas de polvo (21g de polvo pesados) en 57 ml de agua para cada muestra en una taza de goma limpia.
- Se realizó la incorporación del total de las partículas de polvo en el agua, seguido por un espatulado durante 1 minuto de forma vigorosa contra las paredes de la taza de goma, para evitar la incorporación de aire, hasta lograr una apariencia del material cremosa pero con consistencia.

Una vez preparado se coloca dentro de la cuenca ocular, teniendo como límites los rebordes orbitarios específicamente en medial a la unión máxilo-nasal, el reborde orbitario inferior, en lateral la unión cigómato-frontal y en el techo reborde supraorbitario y luego se eliminaron los excesos haciendo eje con la espátula de alginato en la sutura fronto-malar. Para poder sacar el

material una vez gelificado, se procedió a colocar al interior del alginato (previa gelificación) un botón plástico grande previamente perforado con un hilo, dejando los cabos del hilo a modo de riendas para su futuro retiro de manera que no existan pérdidas o fracturas del material al interior de la órbita, dicho protocolo se llevó a cabo en cada una de las veinte órbitas a intervenir.

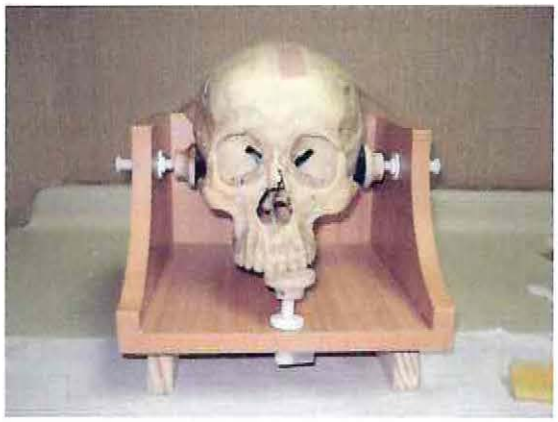

Figura 1. Cráneo en posición estandarizada sobre cefalostato.

Figura 2. Procesamiento de los cráneos previo a la medición.

Protocolo de medición mediante T.A.C

Una vez gelificado el alginato, se procedió a la toma de Scanner multicorte presente en el Hospital del Trabajador de Santiago, el cual posee una colimación de 10 x 0.75 mm; grosor corte 1mm; campo de visión 200 mm; voltaje 120 KV, imagen matriz 512 x 512. Todas las mediciones fueron llevadas a cabo por el mismo tecnólogo previamente capacitado en dicha función, este trabajo se llevo a cabo sobre cortes axiales, en las cuales se procedió a delimitar los cortes sobre los cuales se va a trabajar en ambas orbitas. El límite de los cortes será en el sentido anterior una línea que valla desde la unión fronto-zigomática hasta la línea de unión de la apófisis ascendente del maxilar con los huesos nasales y el límite posterior será el comienzo del Conducto del Nervio Óptico. Una vez establecidos los límites se procedió a realizar cortes con el mouse del equipo de 1 mm de grosor, y a calcular el área de cada uno de los cortes, posteriormente se aplicara el Principio de Cavalieri método que permite calcular el volumen de cualquier estructura de forma irregular, seccionada de manera sistemática, si se conocen los valores del área que ocupa cada corte y el grosor de ellos. La fórmula se expresa en la siguiente figura. Esto se realizara para cada una de las 20 orbitas. (Acer y cols, 2008; Bilgic y cols,2005).

$$V_{cuerpo} = \Sigma V \text{ de los segmentos del cuerpo}$$

Figura 3. Fórmula que representa el principio de Cavalieri. Se basa en conocer el área de un segmento (base) y grosos del segmento (altura) para multiplicarlos y obtener el volumen del segmento. El volumen del cuerpo es la sumatoria de los volúmenes de los segmentos.

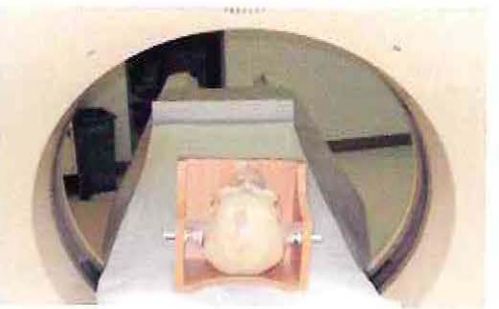

Figura 4.Cefalostato posicionado sobre tomógrafo para la toma de tomografía axial computarizada de órbitas.

Figura 5.Secuencia de medición y reconstrucción volumétrica de órbitas mediante tomografía axial computarizada.

Protocolo de medición mediante el desplazamiento de Agua.

Una vez tomados los TAC se procede a retirar las impresiones de alginato tirando de las vendas y cuidando no dañarlas ni perder material al interior de las órbitas, luego se someterá a cada una a una medición exacta del volumen de agua capaz de desplazar al introducirla dentro de un vaso precipitado con una cantidad de agua estándar de 200 ml cúbicos, y así objetivar el desplazamiento de agua que cada una produzca equivaliendo por tal al volumen de cada una de las muestras obtenidas de cada órbita, este procedimiento se realizo en un tiempo no mayor de 10 minutos, es decir desde la gelificación del alginato hasta que era colocado en agua, todo esto para evitar los fenómenos que ocurren de imbibición y sinéresis.Los datos obtenidos de dicha medición se anotaron en una planilla Excel, para su posterior estudio.

Figura 6. Secuencia de medición de orbitas mediante desplazamiento de agua.

Análisis Estadístico

Dado que el interés del estudio es comparar las técnicas de medición de volumen orbitario ya mencionadas (desplazamiento de volumen agua v/s volumen de TAC), con el fin de evaluar si ambos métodos concuerdan lo suficiente para ser declarados homologables, y así ratificar que mediante este método de medición mediante el TAC es posible obtener el volumen orbitario, se realizo un análisis estadístico de concordancia de ambos métodos con el apoyo de la estadístico de la Universidad de Talca Srta. Nora Luz Díaz Sanzana, dichos análisis se realizaron usando los programa MedCalc y SPSS. Dado que la variable a comparar volumen orbitario es cuantitativa continua se realizó el método de Bland y Altman (Bland y cols.,1995; 1999) y se calculó el Coeficiente de Concordancia de Lin. (Lin y cols., 1989; 2000)

El método de Bland-Altman evalúa gráficamente la concordancia entre dos métodos de medida, representando la diferencia entre cada pareja de valores frente a la media de cada pareja de valores. Para esto, previamente se chequeo el supuesto de normalidad para la diferencia de volumen entre ambos métodos, usando la prueba de Kolmogorov-Esmirnof. (Bland y Altman 1986; 1995;1999).

Con respecto a él Coeficiente de Concordancia de Lin, que se definió reescalando la desviación cuadrática media entre los métodos de medida de forma que adoptase valores entre -1 y 1. Para la mejor interpretación de este coeficiente además se calcularan los intervalos de confianza para verificar, como lo hace Lin en su artículo original, que no contengan al cero, y que se aproximen a uno. (Lin y cols., 1989, 2000).

$$\rho_c = \frac{2s_{xy}}{s_x^2 + s_y^2 + (\overline{x} - \overline{y})^2}$$

Figura 7.Fórmula para calcular el Coeficiente de Concordancia de Lin.

RESULTADOS

Una vez realizada las mediciones se procedió a anotarlas una planilla Excel que a continuación apreciamos.

	Mediciones Orbita derecha	
	Orbita A Desplazamiento de Agua	Orbita A Valores T.A.C.
Cráneo 1	26 ml^3	27.4 ml^3
Cráneo 2	25 ml^3	24.1 ml^3
Cráneo 3	19 ml^3	18.2 ml^3
Cráneo 4	20 ml^3	18.6 ml^3
Cráneo 5	21 ml^3	20.2 ml^3
Cráneo 6	25 cm^3	24.7 ml^3
Cráneo 7	17 ml^3	16.4 ml^3
Cráneo 8	24 ml^3	23.5 ml^3
Cráneo 9	25 ml^3	24.7 ml^3
Cráneo 10	24 ml^3	23.2 ml^3

	Mediciones Orbita izquierda	
	Orbita B Desplazamiento de Agua	Orbita B Valores T.A.C.
Cráneo 1	24 ml^3	23.0 ml^3
Cráneo 2	25 ml^3	24.4 ml^3
Cráneo 3	22 ml^3	21.3 ml^3
Cráneo 4	20 ml^3	18.0 ml^3
Cráneo 5	22 ml^3	20.8 ml^3
Cráneo 6	26 ml^3	26.1 ml^3
Cráneo 7	20 ml^3	19.5 ml^3
Cráneo8	25 ml^3	23.8 ml^3
Cráneo 9	26 ml^3	24.2 ml^3
Cráneo 10	24 ml^3	23.1 ml^3

Tabla I. La siguiente tabla muestra los valores obtenidos mediante los dos métodos de medición de volumen orbitario para cada una de las orbitas, expresado en centímetros cúbicos.

Coeficiente de concordancia de Lin

Sujeto	Medidas 1	Medidas 2
	Desplazamiento de Agua	Volumen TAC
1	26	27,4
2	25	24,1
3	19	18,2
4	20	18,6
5	21	20,2
6	25	24,7
7	17	16,4
8	24	23,5
9	25	24,7
10	24	23,2
11	24	23
12	25	24,4
13	22	21,3
14	20	18
15	22	20,8
16	26	26,1
17	20	19,5
18	24	23,8
19	26	24,2
20	24	23,1

Tabla II. Muestra los valores ordenados de los volúmenes orbitarios para aplicar el test estadístico de Lin.

La fórmula para calcular dicho análisis estadístico es:

$$\rho_c = \frac{2s_{xy}}{s_x^2 + s_y^2 + (\overline{x} - \overline{y})^2}$$

: **0,9385**

El coeficiente de Lin obtenido 0,9385, y su intervalo de confianza es IC 95%:(0,861-0,973) no contiene al cero y además ambos límites se aproximan a uno, lo que indicaría una excelente concordancia entre las mediciones de volumen obtenidas por ambos métodos.

Bland y Altman

A partir de la prueba de normalidad (Kolmogorov-Esmirnof) para la diferencia de volúmenes para ambos métodos, se obtuvo un valor p de 0,2 mayor a 0,05 (nivel de significancia) lo que indica que estas diferencias siguen una distribución simétrica o normal, cumpliéndose de esta forma el requisito necesario para aplicar Bland y Altman, esto se puede apreciar en el histograma.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov(a)		
	Estadístico	gl	Sig.
Dif	0,145	20	,200(*)

Tabla III. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para chequear normalidad.

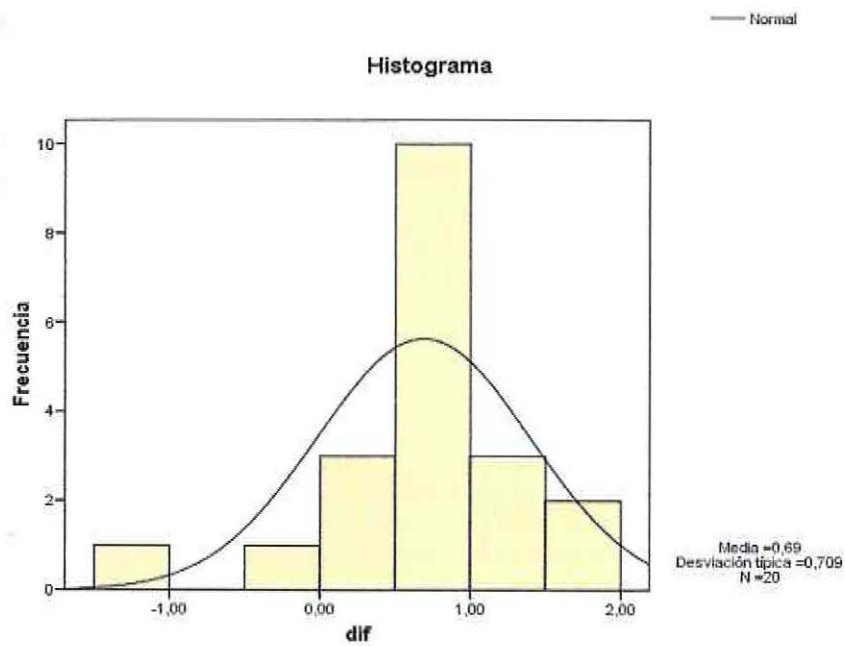

Gráfico 1. Histograma que demuestra la distribucicón normal.

Método de Bland-Altman

Tabla IV. Datos para diseñar el gráfico de Bland y Altman

[illegible]iento de Agua	Bisectriz	Volumen TAC	Promedio	Dif_H20-TAC	Promdif-2S	Promdif+2S	Promdif
	26	27,4	26,7	-1,4	-0,70015358	2,08015358	0,69
	25	24,1	24,55	0,9	-0,70015358	2,08015358	0,69
	19	18,2	18,6	0,8	-0,70015358	2,08015358	0,69
	20	18,6	19,3	1,4	-0,70015358	2,08015358	0,69
	21	20,2	20,6	0,8	-0,70015358	2,08015358	0,69
	25	24,7	24,85	0,3	-0,70015358	2,08015358	0,69
	17	16,4	16,7	0,6	-0,70015358	2,08015358	0,69
	24	23,5	23,75	0,5	-0,70015358	2,08015358	0,69
	25	24,7	24,85	0,3	-0,70015358	2,08015358	0,69
	24	23,2	23,6	0,8	-0,70015358	2,08015358	0,69
	24	23	23,5	1	-0,70015358	2,08015358	0,69
	25	24,4	24,7	0,6	-0,70015358	2,08015358	0,69
	22	21,3	21,65	0,7	-0,70015358	2,08015358	0,69
	20	18	19	2	-0,70015358	2,08015358	0,69
	22	20,8	21,4	1,2	-0,70015358	2,08015358	0,69
	26	26,1	26,05	-0,1	-0,70015358	2,08015358	0,69
	20	19,5	19,75	0,5	-0,70015358	2,08015358	0,69
	24	23,8	23,9	0,2	-0,70015358	2,08015358	0,69
	26	24,2	25,1	1,8	-0,70015358	2,08015358	0,69
	24	23,1	23,55	0,9	-0,70015358	2,08015358	0,69

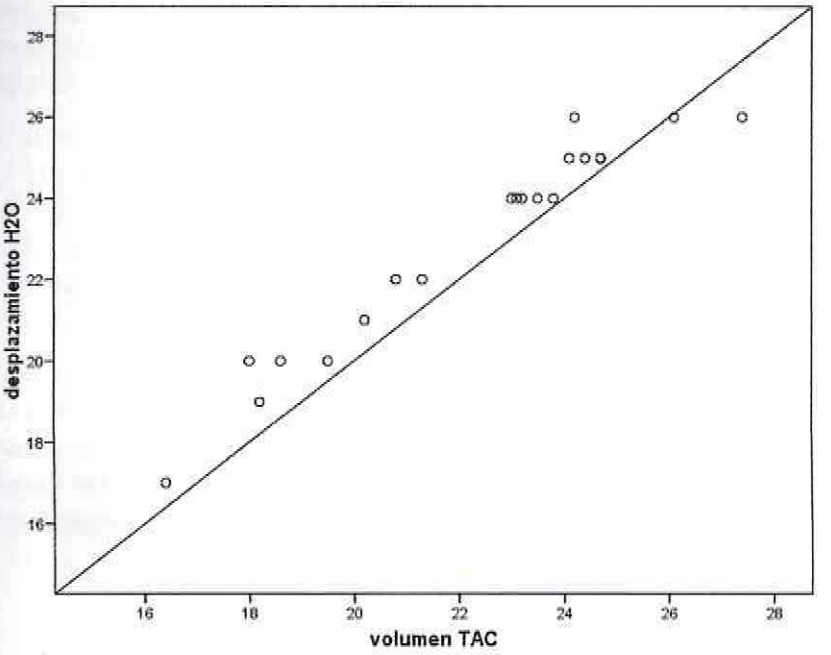

Grafico 2. Gráfico de dispersión. Muestra que los puntos se distribuyen próximos a la bisectriz (y=x). Es posible observar que los valores del TAC tienden a subestimar los valores de desplazamiento de agua (los valores del TAC son menores que los obtenidos por desplazamiento agua).

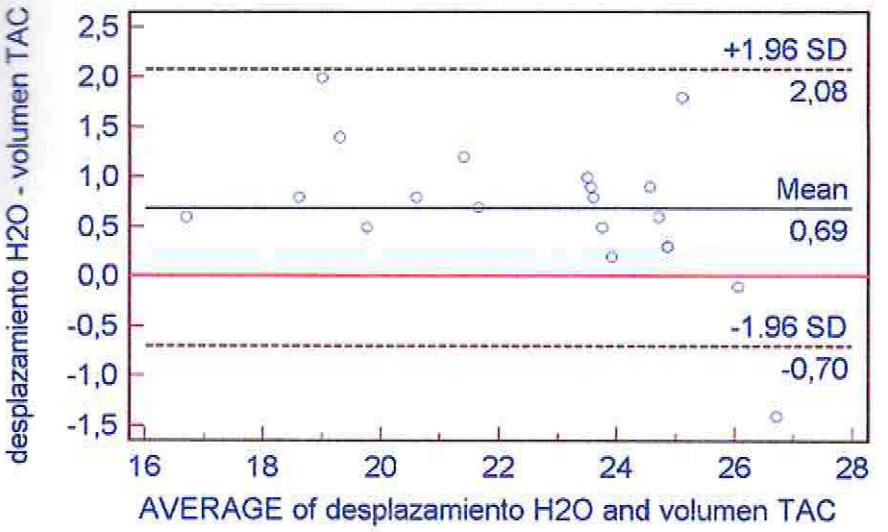

Grafico 3. Grafico de Bland-Altman. Muestra que existe concordancia.

Recordemos que para evaluar concordancia por medio de Bland y Altman y asumiendo que nuestros datos tienen una distribución normal, la mayoría de los puntos y la diferencia cero se encuentran dentro de las bandas de confianza.

Las líneas segmentadas del gráfico en Y = 2,08 e Y= -0,70 muestran el intervalo de 95% de confianza para los delta observados. La línea continua azul segmentada en Y= 0,69 es el delta promedio, si los métodos son concordantes esperamos que los deltas se encuentren al interior del intervalo de confianza del 95% y cercana a cero (línea roja), sin embargo una vez más podemos observar que las mediciones de desplazamiento de agua son superiores a las obtenidas por Tac (diferencia mayores que cero) y se distribuyan en forma paralela al eje X.

Existe un punto que queda fuera de los intervalos de confianza, que equivale a 5% del total de los casos. Por lo tanto dado que el 95% de las diferencias se encuentran dentro de las bandas de confianza, el método de Bland y Altman garantiza la concordancia entre ambas técnicas considerando un cierto margen de error, dado por la subestimación del TAC, respecto del desplazamiento de agua.

Comparación de volúmenes orbitarios contralaterales.

Según lo revisado resultaría una aporte poder estimar si existe equivalencia entre los volúmenes orbitarios de ambas órbitas de un mismo individuo medidos mediante desplazamiento de agua, para determinarlo usamos el análisis de concordancia, el cual se realizo usando los programas MedCalc (demo) y SPSS.

Dado que la variable volumen orbitario es cuantitativa continua y, además que la diferencia de la medición de esta variable entre las dos orbitas presenta distribución normal, se realizó para el análisis de concordancia el método de Bland y Altman y se calculó además el Coeficiente de Concordancia de Lin.

Sujeto	Orbita derecha	Orbita Izquierda
	Desplazamiento de Agua	Desplazamiento de Agua
1	26 ml^3	24 ml^3
2	25 ml^3	25 ml^3
3	19 ml^3	22 ml^3
4	20 ml^3	20 ml^3
5	21 ml^3	22 ml^3
6	25 ml^3	26 ml^3
7	17 ml^3	20 ml^3
8	24 ml^3	25 ml^3
9	25 ml^3	26 ml^3
10	24 ml^3	24 ml^3

Tabla V. Muestra los valores de volúmenes orbitarios contralaterales de cada una de las osamentas obtenidas mediante desplazamiento de agua.

Coeficiente de concordancia de Lin

La fórmula para calcular dicho análisis estadístico es:

$$\rho_c = \frac{2s_{xy}}{s_x^2 + s_y^2 + (\bar{x} - \bar{y})^2}$$

: **0.8132**

El coeficiente de Lin obtenido 0,8132, y su intervalo de confianza es IC 95%:(0,485-0,941) no contiene al cero, lo que indicaría una buena concordancia entre las mediciones de volumen de ambas orbitas, obtenidas del método de desplazamiento de agua.

Bland y Altman

A partir de la prueba de normalidad (Kolmogorov-Esmirnof), se obtuvo un valor p de 0,087 mayor a 0,05 (nivel de significancia) lo que indica que la diferencia entre el volumen de ambas orbitas, medidas por desplazamiento de agua, siguen una distribución simétrica o normal, cumpliéndose de esta forma el requisito necesario para aplicar Bland y Altman, esto se puede apreciar en el histograma.

Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov(a)		
	Estadístico	Gl	Sig.
Dif	0,246	10	,087

Tabla VI. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para chequear normalidad.

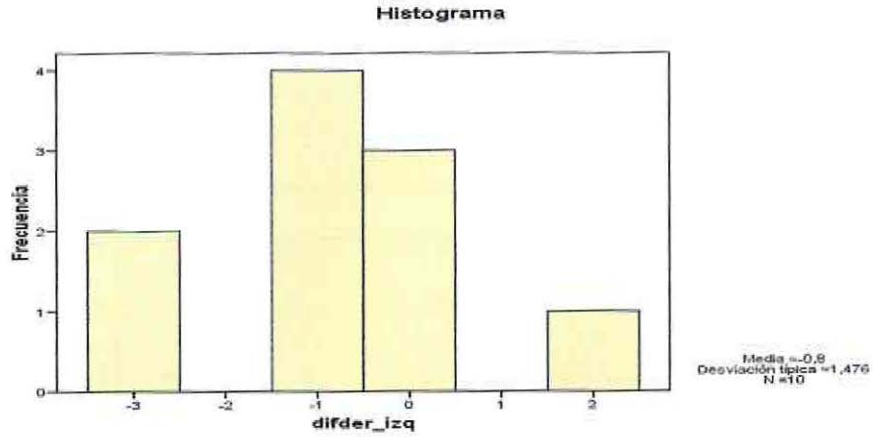

Gráfico 4. Histograma que demuestra la distribucicón normal.

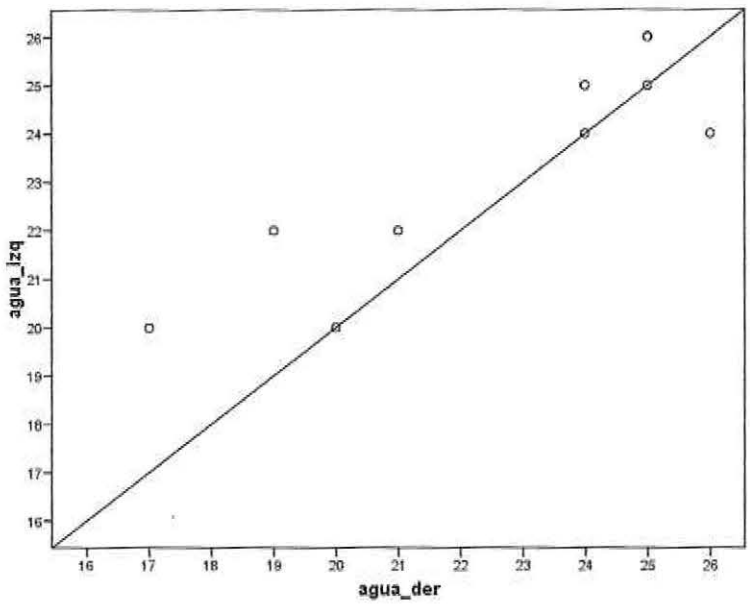

Gráfico 5. Grafico de dispersión. Muestra que los puntos se distribuyen próximos a la bisectriz, y que existen tres puntos donde (y=x), además es posible observar que los valores obtenidos mediante la técnica de desplazamiento de agua de la órbita izquierda tienden a subestimar los valores de la órbita derecha (los valores de las orbitas derechas son menores a los de la órbita izquierda), también podemos notar que existen solo nueve puntos en el gráfico siendo que los sujetos son diez, esto se debe a que existe igualdad entre los valores de mediciones de volumen de los sujetos seis y nueve.

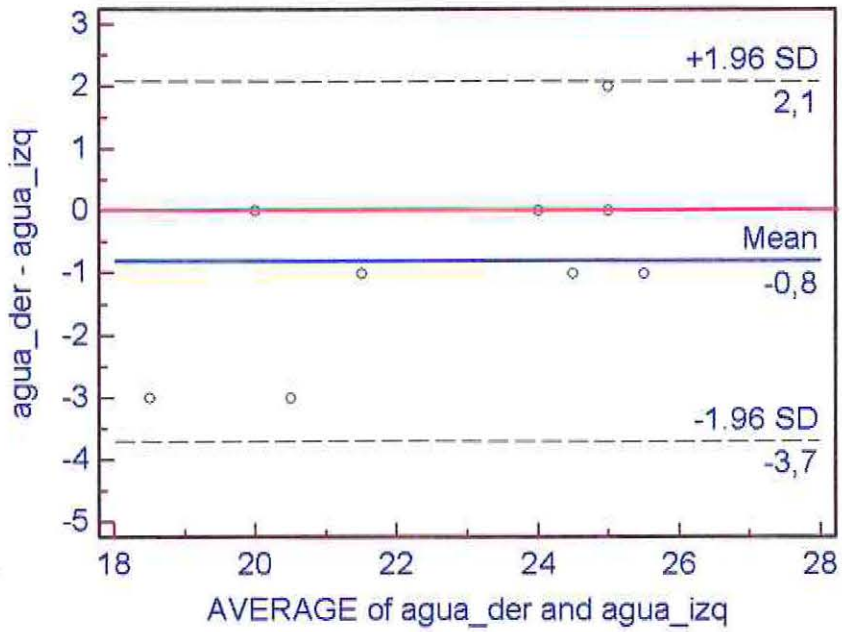

Gráfico 6. Gráfico de Bland-Altman. Muestra que existe concordancia.

Recordemos que para evaluar concordancia por medio de Bland y Altman y asumiendo que nuestros datos tienen una distribución normal, la mayoría de los puntos y la diferencia cero se encuentran dentro de las bandas de confianza.

Las líneas segmentadas del gráfico en Y = 2,1 e Y= -3,7 muestran el intervalo de 95% de confianza para los delta observados. La línea continua azul segmentada en Y= -0,8 es el delta promedio, si los métodos son concordantes esperamos que los deltas se encuentren al interior del intervalo de confianza del 95% y cercana a cero (línea roja), también podemos observar que las mediciones de desplazamiento de agua obtenidas de las orbitas izquierdas son superiores a las obtenidas de las orbitas derechas, todo lo anteriormente analizado nos demuestra que existe concordancia entre los volúmenes orbitarios.

DISCUSIÓN

Como hemos podido apreciar en este estudio diversas son las razones que pueden producir una variación en el continente y contenido orbitario, pudiendo manifestarse esto, como una alteración del volumen interno, el cual puede o no generar una alteración en la función del globo ocular. Diversos estudios han intentado medir estos cambios volumétricos, algunos usando sofisticados softwares, otros han realizado estudios clínicos en paciente con fracturas obteniendo interesantes resultados respecto a las variaciones de volumen, pero careciendo de estudios previos de validación y sin hacer mención de cuál fue método ocupado para llevar a cabo dicha medición, lo cual debiera ser una condición esencial para poder realizar una propuesta seria de medición(Bite y cols., 1985; Fan X y cols., 2003; Subhasashraj y cols., 2007; Ji y cols.; 2010;Schoumana y cols.,2012). De ahí que sea de mucho interés crear un protocolo que permita poder objetivar y medir dichos cambios volumétricos órbitarios, expresados en pequeñas o grandes variaciones de volumen, que nos orienten tempranamente en el tratamiento a seguir, relacionando el grado de variación volumétrica, con los cambios funcionales, permitiendo así planificar un tratamiento quirúrgico a corto plazo, evitando tener que hacer esperar a los pacientes desde semanas hasta meses, para efectuar dicho tratamiento. (Whitehouse y cols., 1994;Ploder y cols., 2002;Fan y cols., 2008;Jaehawan K y cols., 2009; Schoumana y cols.,2012; Zhang y cols., 2012).

El gold estándar para realizar el estudio imagenológico en este tipo de estudios corresponde al TAC, el cual permite poder determinar la cantidad y severidad del daño causado por una contusión.A pesar de su eficiencia, este sistema no posee una herramienta que permita calcular de manera exacta el volumen de una figura y menos aún las variaciones volumétricas al interior de un espacio tan irregular como es la cavidad orbitaria. Los estudios presentes en la literatura han intentado medir estos cambios realizando cortes desde 1,2-10 mm (Koppel y cols.,2003) o 3 mm (Daveci y cols., 2000) encontrando diferencias significativas en los resultados de las distintas mediciones y demostrando que a menor espesor de los cortes menor es el grado de variación de los resultados obtenidos, expresados en diferencias entre ambas medidas. Es por ello que para disminuir al máximo la posibilidad de error se deben realizar cortes muy finos, de al menos 1mm de grosor, para asegurar que los resultados sean mas precisos, y poder igualar estos con los resultados obtenidos en estudios que ocupan costosos y sofisticados softwares, (Bite y cols.,1985; Deveci y cols.,2000; Ploder y cols., 2002; Fan y cols 2008; Kwon y cols., 2010; Ji y cols., 2010). Con esto sería posible poder implementar un método más simple y menos oneroso, pero igual de exacto, en los hospitales de nuestro país, que solo cuenten a causa de la escasez de recursos con un Tomógrafo.

En relación a los estudios revisados, diversos son los factores que pueden ocasionar diferencia en los resultados, de ellos varios puntos podrían ser analizados en este apartado y contrastados con este estudio. Comenzando con la muestra utilizada (20 unidades orbitarias) y con la metodología establecida para definir los límites y procesar los cráneos, ambos puntos en general se condicen con los usados por otros autores (Mcgurk y cols., 1991; Deveci y cols, 2000; Koppel y cols., 2003), los que indican como principal causa la dificultad de encontrar cráneos con orbitas absolutamente indemne y a lo costoso de los estudios imagenológicos. Por otro lado el uso del material de impresiónes discutido, ya que su mal uso puede causar distorsión o mejor dicho variaciones entre los valores obtenidos como diferencia de medidas entre ambos métodos;

es por ello que la literatura sustenta el uso de alginato por sobre otros materiales de impresión, ya que al ser más fluido es de fácil colocación en la órbita y nos asegura en mayor grado que no se generen espacios muertos, como puede ocurrir con el uso de la silicona, que por ser menos fluida, puede ocurrir que se genere zonas sin material lo cual puede ocasionar problemas a la hora de realizar las mediciones en los cortes axiales o producir fracturas indeseadas al retiro de la impresión. A pesar de estas ventajas, él alginato, debe ser usado de manera correcta para no obtener variaciones en las mediciones que sean significativas, esto se realiza tomando en cuenta las indicaciones del fabricante como proporción polvo / agua, tiempo de trabajo y temperatura, todo ello para evitar que dicho material sufra los cambios dimensionales descritos en la literatura como imbibición y sinéresis que puedan traducirse en sesgo, es por ello que se debe establecer un estricto protocolo de preparación y trabajo para así obtener los resultados esperados.

En relación alanálisis de los resultados de dichos estudios podemos observar diferencias significativas entre ambos sistemas de medición que pueden llegar hasta 8,7 ml cúbicos, lo cual es muy alto si consideramos que el volumen promedio fue de 28,67 ml cúbicos (Mcgurk y cols., 1991), en otro se encontraron discrepancias muy altas de 0,0179 a 12 ml cúbicos (Koppel y cols., 2003) que metodológicamente son inaceptables, esto podría tener explicación en la preparación y modo de uso del material para impresión o en la falta de uso de un posicionador o cefalostato como fue usado en este estudio o en la elección del grosor del corte e inclusive en el método estadístico, las diferencias encontradas en este estudio corresponden a 0,69 ml cúbicos, que quiere decir que los valores obtenidos por el método de desplazamiento de agua superan o son mayores a los obtenidos mediante el TAC en 0,69 ml cúbicos, considerando que el volumen promedio fue 22, 6 ml cúbicos; si analizamos estos resultados y los contrastamos con los obtenidos en otros estudios, hacen que el sistema propuesto de medición sea válido para ser usado como herramienta de medición y para confeccionar futuros estudio clínicos con pacientes reales, esto sin duda se debe a la meticulosidad con la que se manejaron todas las variables.

Otro punto interesante de analizar es la estadística, ya que en general podemos ver en varios de los estudios que la estadística usada es la T- student (Deveci y cols., 2000; Koppel y cols., 2003); básicamente este procedimiento determina las diferencias entre dos medias muestrales y permite la construcción del intervalo de confianza para la diferencia entre las medias de dos poblaciones; otros para indicar la dirección y la fuerza de la asociación de una variable frente a la otra usan la correlación (Deveci y cols., 2000; Koppel y cols., 2003), la cual permite determinar la asociación de ambas variables a estudiar. Sin embargo, en este estudio se uso otra estadística llamada "concordancia" (Bland y cols.,1995; 1999;Lin y cols., 1989;2000), que a diferencia de la T-student y correlación, permite evaluar el grado de acuerdo que existe entre las variables, pero además exige que el grado de acuerdo sea tal que puedan ser declaradas intercambiables, homologables, no solo que exista asociación, sino que un método pueda remplazar al otro; justamente esto es lo que se busca en la validación de un método como este, que tiene dos variables a comparar, determinar si el volumen calculado mediante el método de desplazamiento de agua (gold estándar para este tipo de mediciones), puede ser reemplazado por el volumen obtenido por el TAC, de tal manera que sean declarados homologables, remplazables; esta puede ser sin duda una razón de la menor diferencia encontrada entre ambas medidas de 0,69 ml cúbicos, comparadas con los otros estudios.

Finalmente de los estudios analizados que han comparado el volumen entre las orbitas de un mismo individuo, se puede mencionar que el promedio es de unos 26 ml cúbicos en la mujer y de 28-30 ml cúbicos en el hombre, con importantes variaciones interindividuales. Mientras que el valor promedio obtenido en este estudio fue de 22,6 ml cúbicos (17 ml a 26 ml). Existen varios estudios que estiman que no hay diferencias significativas entre los volúmenes de ambas orbitas de un mismo individuo, por lo que se propone ocupar el volumen de la órbita sana como control, para el diagnóstico y eventual tratamiento reconstructivo de un paciente que haya sufrido un trauma con eventual deformación de una de las orbitas. (McGurk y cols., 1992; Ramieri y cols., 2000; Mazock y cols., 2004; Ji y cols., 2010;Tse y cols., 2011). Aunque muchos de ellos solo fueron analizados estadísticamente haciendo una correlación, lo cual como fue analizado anteriormente nos puede llevar a tener valores con un margen de error, este estudio se analizó mediante el análisis de concordancia, entre los valores de volumen orbitario obtenido mediante el método de desplazamiento de agua de ambas órbitas de un mismo individuo, alcanzando una diferencia de valor entre ambas orbitas en promedio de solo 0,8 ml cúbicos, siendo el valor promedio del volumen total orbitario para dicho método de medición 23 ml cúbicos. Por ende es posible considerar el volumen de la orbita contralateral como referencia para una eventual reconstrucción, ya que como concluyó además este estudio resultan equivalentes, pero sin olvidar que hubo una diferencia de 0.8 ml cúbicos a la hora de realizar la reconstrucción de dicha orbita

CONCLUSIONES

Del presente estudio podemos concluir principalmente que la medición mediante el uso del TAC, según los valores de concordancia, resultan extrapolables o intercambiables con las mediciones del desplazamiento de agua, sin embargo es importante tener presente que las mediciones de desplazamiento de agua exceden a las mediciones de TAC, en 0,69 ml cúbicos en promedio, lo cual no resulta significativo si consideramos que el valor promedio de las mediciones de volumen orbitario fue 22,6 ml cúbicos, por ende podríamos validar nuestra hipótesis donde planteamos que existe concordancia entre ambos métodos de medición.

También es importante consignar que en el presente estudio existe concordancia entre ambas orbitas de un mismo individuo, y que las mediciones de volumen realizadas mediante desplazamiento de agua de la órbita izquierda exceden a los de la órbita derecha en 0,8 ml cúbicos, lo cual no resulta significativo si consideramos que el valor promedio de este método de medición de volumen orbitario fue de 23 ml cúbicos.

Finalmente, se puede concluir que nuestra propuesta de medición de volumen orbitario mediante TAC, resulta una herramienta diagnóstica a considerar para futuros estudios donde se pueda diagnosticar y programar eventuales tratamientos con más certeza y de manera más rápida, además gracias a la concordancia que existe entre los volúmenes de ambas orbitas es posible que un cirujano frente a una fractura orbitaria unilateral, tome como referencia los valores obtenidos en el TAC de la órbita indemne, parapoder determinar con mayor certeza los objetivos de su reconstrucción, considerando la diferencia obtenida de 0,8 ml cúbicos.

SUGERENCIAS

La presente investigación consitió en la validación de un método de medición de volumen orbitario en osamentas humanas, método de simple y reproducible, además con una estadística que lo soporta y valida científicamente.

Estos resultados también sugieren ahora la realización de estudios clínicos en pacientes reales, que presenten fracturas orbitarias, en los cuales en primera instancia se puedan determinar y medir las variaciones volumétricas desde las más mínimas hasta las más significativas objetivando y relacionándolas con sus respectivas repercusiones funcionales, para que en ulteriores estudios se puedan protocolizar los tratamientos según el grado de variación volumétrica.

RESUMEN

Dentro de la traumatología, las fracturas orbitarias constituyen en la actualidad un grupo de lesiones faciales de frecuencia y severidad creciente, representando un desafío constante para el cirujano maxilofacial; la determinación del tipo de tratamiento y del momento ideal para ser realizado es controversial, distintos autores proponen diversas alternativas de tratamiento que varían básicamente en el tiempo que debe transcurrir hasta la determinación del tratamiento ideal, todo esto se mide a partir de las imágenes obtenidas en el TAC, sin embargo existen pocos estudios que miden las variaciones volumétricas ocurridas al interior de la órbita posterior a un trauma y lo hacen a partir de costosos softwares.

Para contribuir a ello es que proponemos validar un método simple, exacto y repetible de medición de volumen orbitario en osamentas humanas, comparando dos sistemas de medición por un lado el sistema de desplazamiento de agua el cual es bastante exacto ya que nos dirá el valor real del volumen orbitario y por el otro el uso del TAC mediante el Principio de Cavalieri, método sencillo que permite calcular el volumen de cualquier tipo de figura irregular.

Los resultados obtenidos en dicho estudio nos permiten concluir que la medición mediante el uso del TAC, según el método estadístico de concordancia, resultan extrapolables o intercambiables con las mediciones del desplazamiento de agua, sin embargo es importante tener presente que las mediciones de desplazamiento de agua exceden a las mediciones de TAC, en alrededor de 0,69 ml cúbicos en promedio, lo cual no resulta significativo si consideramos que el valor promedio de las mediciones de volumen orbitario fue 22,6 ml cúbicos.

Además de lo anterior mediante nuestro estudio pudimos determinar que existe concordancia entre ambas orbitas de un mismo individuo, y que las mediciones de volumen realizadas mediante desplazamiento de agua de la órbita izquierda exceden a los de la órbita derecha en 0,8 ml cúbicos, lo cual no resulta significativo si consideramos que el valor promedio de este método de medición de volumen orbitario fue de 23 ml cúbicos.

Por ende, podríamos concluir que nuestra propuesta de medición de volumen orbitario mediante TAC, resulta una herramienta diagnóstica a considerar para futuros estudios donde se pueda diagnosticar y programar eventuales tratamientos con más certeza y de manera más rápida, y que además gracias a la concordancia que existe entre los volúmenes de ambas orbitas es posible tomar como referencia los valores obtenidos de la órbita indemne, para la eventual reconstrucción de la órbita afectada

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acer N; Bayar B; Basaloglu H; Oner E; Bayar K; San kur S (2008): Unbiased estimation of the calcaneus volume using the Cavalieri principle on computed tomography images. Ann Anat 190: 452-460.

Acer N; Demir M; Uçar T; Pekmez H; Göktaş A. (2011): Estimation of the Eyeball and Orbital Volume Using the Cavalieri Principle on Computed Tomography Images. Balkan Med J 28: 184-188.

Andreas K; Christoph P; Verena S; Ventrella E; WienerO;Ploder H; Henning H; Andreas N (2007): Secondary Post-Traumatic Enophthalmos: High-Resolution Magnetic Resonance Imaging Compared With Multislice Computed Tomography in Postoperative Orbital Volume Measurement. J Oral Maxillofac Surg. 65:1926-1934.

Bilgic S; Sahin B; Sonmez O; Odaci E; Colakoglu S; Kaplan S; Ergur H. (2005): A new approach for the estimation of inter vertebral disc volume using the Cavalieri principle and computed tomography images. ClinNeurolNeurosurg 107: 282-288.

Bite U; Jackson I; Forbes G; Gehring D. (1985): Orbital volume measurements in enophthalmos using three-dimensional CT imaging.PlastReconstrSurg 75:502-507.

Bland J; Altman D. (1986): Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. Lancet i:307-310.

Bland J; Altman D. (1995): Comparing methods of measurement: why plotting difference against standard methods is misleading. Lancet 346:1085-1087.

Bland J; Altman D. (1999): Measuring agreement in method comparison studies. Stat Methods Med Res. 8(2):135-160.

Charteris D; Chan C; Whitehouse R; Noble J. (1993): Orbital volume measurement in the management of pure blowout fractures ofthe orbital floor. Br J Ophthalmol 77:100-102.

Deveci M, Ozturk S, Sengezer M; Pabuscu Y. (2000): Measurement of orbital volume by a 3-dimensional software program: An experimental study. J Oral MaxillofacSurg 658:645.

Fan X; Li J; Zhu J; Haisheng L; Disheng Z. (2003): Computer-assisted orbital volume measurement in the surgical correction of late enophthalmos caused by blowout fractures. OphthalPlastReconstrSurg.19:207- 211.

Fan XQ, Zhang DS, Long G, et al. (2000): Establishment of the method of computer orbital three-dimensional measurement.J ClinOphthalmol8:4–7.

Figueroa R; Plana S. (2007): Prevalencia de fracturas maxilofaciales y traumatismos dento-alveolares atendidas en el Servicio de Cirugía Maxilofacial del Hospital Regional de Talca. Julio 2002 - Junio 2007 Chile. Universidad de Talca (Chile). Escuela de Odontología.

Forbes G; Gehring DG; Gorman C; Brennan M; Jackson J. (1985): Volume measurement of normal orbital structures by computed tomographic analysis. AJR Am J Roentgenol 145:149-154.

Gellrich N; Schramm A; Hammer B; Rojas S; Cufi D; Lagreze W; Schmelzeisen R. (2002): Computer-assisted secondary reconstruction of unilateral posttraumatic orbital deformity. PlastReconstrSurg 110:1417-1429.

Grant M; Iliff N; Manson P. (1997): Strategies for the treatment of enophthalmos. ClinPlastSurg 24:539-550.

Gomes P; Passeri L, Barbosa A. (2006) : A 5-Year Retrospective Study of Zygomatico-Orbital Complex and Zygomatic Arch Fractures in Sao Paulo State, Brazil. J Oral Maxillofac Surg. 64:63-67.

Hammer, B.(2006). Orbital reconstruction.En: Craniomaxillofacial reconstructive and corrective bone surgery. Principles of internal fixation using the AO/ASIF technique. Greenberg, A.&PreinJ,USA,Springer, pp. 478-88

Hammerschlag S; Hughes S; O'Reilly G; Naheedy M; Rumbaugh C. (1982): Blow-out fractures of the orbit: A comparison of computed tomography and conventional radiography with anatomical correlation. Radiology143:487-492.

Harris G; Garcia G; Logani S; Murphy M. (2000): Correlation of preoperative computed tomography and postoperative ocular motility in orbital blowout fractures. Ophthal Plast Reconstr Surg 16:179-187.

JiY;QianZ; DongY; DongY; Dong Y (2010):Quantitative morphometry of the orbit in Chinese adults based on a three-dimensional reconstruction method.JAnat 217: 501-6.

Kolk A; Pautke C; Wiener E; Ploder O; Neff A. (2005): A novel high-resolution magnetic resonance imaging microscopy coil as an alternative to the multislice computed tomography in postoperative imagingof orbital fractures and computer-based volume measurement.J Oral MaxillofacSurg 63:492-498.

KolkA; PautkeC; WienerE; SchottV; Wolff KD.(2008):Isotropic proton-density-weighted high-resolution MRI for volume measurement of reconstructed orbital fractures--a comparison with multisliceCT.MagnReson Imaging. (8), 1167-74

Koppel DA, Foy RH, McCaul JA, Logan J, Hadley DM, Ayoub A. (2003): The reliability of "Analyze" software in measuring orbital volume utilizing CT-derived data. J Craniomaxillofac Surg. 31(2):88-91

Kwon J, Barrera JE, Jung TY, Most SP.(2009): Measurements of Orbital Volume Change Using Computed Tomography in Isolated Orbital Blowout Fractures. Arch Facial Plast Surg.11(6) 395.

Kwon J; BarreraJE; Most SP (2010):Comparative computation of orbital volume from axial and coronal CT using three-dimensional image analysis.Ophth Plast Reconstr Surg 26 (1): 26-9

Lin L. (1989): A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. Biometrics. 45: 255-268.

Lin L. (2000): A note on the concordance correlation coefficient. Biometrics. 56: 324-325.

Mazock J; Schow S; Triplett R. (2004): Evaluation of ocular changes secondary to blowout fractures. J Oral MaxillofacSurg62:1298-1302.

McGurk M; Whitehouse R; Taylor P;Swinson B. (1992): Orbital volume measured by a low-dose CT scanning technique. DentomaxillofacRadiol 21:70-72.

Medina MJ; Molina P; Bobadilla L; Zaror R. (2006): Fracturas Maxilofaciales en Individuos Chilenos. Int J Morphol. 24: 423-428.

Ministerio de Salud. Guía Clínica: Trauma Ocular Grave. Santiago: MINSAL 2007.

Ploder O; Klug C; Voracek M; Czerny C. (2002): Evaluation of computer basedarea and volume measurement from coronal computedtomography scans in isolated blowout fractures of the orbitalfloor. J Oral MaxillofacSurg 60:1267-1272.

Ploder O; Klug C; Backfrieder W;Voracek M; Czerny C; Tschabitscher M. (2002): 2D- and 3D-basedmeasurements of orbital floor fractures from CT scans. J CraniomaxillofacSurg 30:153-159.

Ploder O; Oeckher M; Klug C (2003): Follow-up study of treatment of orbital floor fractures: Relation of clinical data and software-based CT analysis. Int J Oral MaxillofacSurg 32:257-262..

Ramieri G; Spada M; Bianchi S; Berrone S. (2000): Dimensions and volumes of the orbit and orbital fat in posttraumatic enophthalmos .DentomaxillofacRadiol 29:302-311.

Raskin E; Millman A; Lubkin V; Delia Rocca R; Lisman R; Maher, E. (1998): Prediction of late enophthalmos by volumetric analysis of orbital fractures. Ophthal Plast Reconstr Surg 14:19-26.

Rojas R; Julián G; Lankin J (2002): Fracturas Mandibulares. Experiencia en un Hospital de Trauma. Rev med Chile. 130:537-543.

SchoumanT; Courvoisier D; Imholza B; Van Issumc C; Scolozzia P. (2012): Computational area measurement of orbital floor fractures: Reliability, accuracy and rapidity. Eur J Radiol 81: 2251–2254

Schouman T; Courvoisier D; Van Issum C; Terzic A; Scolozzi P. (2012): Can Systematic Computed Tomographic Scan Assessment Predict Treatment Decision in Pure Orbital Floor Blowout Fractures. J Oral MaxillofacSurg 70: 1627-1632.

Schuknecht B; Carls F; Valavanis A; Sailer H. (1996): CT assessment of orbital volume in late post-traumatic enophthalmos. Neuroradiology38:470-475.

Subhashraj K.;Nandakumar N; Ravindran C. (2007): Review of maxillofacial injuries in Chennai, India: A study of 2748 cases. Br J Oral Maxillofac Surg. 45:637-9.

Tse DT; Abdulhafez M; Orozco MA; Tse JD; Tse JD; Pinchuk L (2011): Evaluation of an integrated orbital tissue expander in congenital anophthalmos: report of preliminary clinical experience. AmJOphthalmol, 151 (3), 470-82.e1

Weaver A; Loftis K; Tan JC; DumaS; Stitzel JD. (2010): CT Based Three-Dimensional Measurement of Orbit and Eye Anthropometry. Invest Ophthalmol Vis Sci 51: 4892-4897

Whitehouse R; Batterbury M; Jackson A; Noble J. (1994): Prediction of enophthalmos by computed tomography after "blow out" orbital fracture. Br J Ophthalmol 78:618-620.

Zhang Z; Zhang Y; He Y; An J; Zwahlen RA. (2012): Correlation Between Volume of Herniated Orbital Contents and the Amount of Enophthalmos in Orbital Floor and Wall Fractures. J Oral MaxillofacSurg 70: 68-73.