

República Dominicana
Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña
Facultad de Ciencias de la Salud
Escuela de Medicina
Centro de Educación Médica Amistad Dominico-Japonesa
Residencia de Imagenología

HALLAZGOS DE TRAUMA ORBITARIO DIAGNOSTICADOS POR
TOMOGRAFIA COMPUTADA EN EL CENTRO DE EDUCACION
MEDICA AMISTAD DOMINICO JAPONESA ENERO- DICIEMBRE 2018



Tesis de pos grado para optar por el título de especialista en:

IMAGENOLOGIA

Sustentantes:

Dra. Lorianny Raquel Simó Pérez

Asesores:

Dra. Niraima Peguero

Dra. Claridania Rodriguez

Los conceptos emitidos en el presente anteproyecto de tesis de pos grado son de la exclusiva responsabilidad del sustentante del mismo.

Distrito Nacional: 2019

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Leonel y Anita. Por el infinito de bendiciones que es ser su hija.

Jessica y Yaneira, por ser las hadas madrinas de esta tesis.

A la Dra. Niraima, por ser un ángel guardián.

A los Conde Jiminián, por todo.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
I.1. Antecedentes	1
I.2. Justificación	5
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
III. OBJETIVOS	8
IV. MARCO TEÓRICO	9
IV.1 La órbita	9
IV.2. Base de la Órbita	9
IV.3. Vértice de la Órbita	10
IV.4. Pared superior o techo de la orbita	10
IV.5. Pared inferior o piso de la orbita	10
IV.6. Pared interna o medial	10
IV.7. Pared externa o lateral	11
IV.8. El Septo Orbitario	11
IV.9. Globo Ocular	11
IV.10. Músculos extraoculares	12
IV.11. Cápsula de Tenon	12
IV.12. Espacios intra y extraconal	13
IV.13. El nervio óptico	13
IV.14. Canales de la cavidad orbitaria	14
IV.14. El periostio orbitario	14
IV.15. Lesiones de la cámara anterior	15
IV.15.1. Laceración corneal	15
IV.15.2 Hifema	15
IV.16. Lesiones del cristalino	16
IV.16.1 Dislocación completa del cristalino	16
IV.16.2 Dislocación parcial del cristalino	17
IV.16.3 Dislocación no traumática	17
IV.16.4 Catarata traumática	17
IV.17. Lesiones de la cámara posterior	18
IV.17.1 Desprendimiento de retina	18

IV.17.2 Desprendimiento de la coroides	19
IV.17.3 Hemorragia Vítrea	19
IV.18 Cuerpos extraños intraoculares	20
IV.18.1 Tipos de cuerpos extraños	20
IV.18.2 Mímica de cuerpos extraños intraoculares	21
IV.19 Rupturas de globo	22
IV.19.1 Señales directas de ruptura de globo	23
IV.19.2 Señales indirectas de ruptura de globo	23
IV.20 Fistula Carótida Caverosa	24
IV.21 Lesión del nervio óptico	24
IV.22.1 Fracturas de la pared orbitaria	25
IV.22.2 Fracturas orbitales pediátricas	27
IV.23 Atrapamiento del tejido blando	28
IV.24 Lesión de la musculatura extrínseca	28
IV.25 Síndrome compartimental orbitario	29
IV.26 Enfisema Orbitario	30
IV.27 La Tomografía Computarizada	31
IV.28 Historia de la Tomografía Computarizada	33
IV.29 Principios Físicos de la Tomografía	36
IV.30 Efectos de la radiación por tomografía	38
V. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	40
VI. ASPECTOS METODOLOGICOS	42
VI.1.1. Tipo de estudio	42
VI.2. Ubicación	42
VI.3. Población y muestra	42
VI.4. Criterios de inclusión	42
VI.5. Criterios de exclusión	42
VI.6. Instrumento de recolección de la información	43
VI.7. Procedimiento	43
VI.8. Tabulación	43
VI.9. Aspectos éticos de la investigación	43
VII. PRESENTACION DE DATOS	44
VIII. ANALISIS DE LOS RESULTADOS	51

IX. CONCLUSIONES.	54
X. REFERENCIAS.	57
XI. ANEXOS.	60
XI.1. Cronograma	60
XI.2. Instrumento de recolección de datos	61
XI.3. Costos y recursos	62
XI.4. Evaluación	63

I. INTRODUCCIÓN

I.1. Antecedentes

El trauma orbitario actualmente constituye un problema socioeconómico de alta relevancia debido a su frecuencia y magnitud, así como por su asociación a accidentes de tránsito y casos de violencia. Algunas figuras estiman que hasta una quinta parte de la población adulta ha presentado algún tipo de injuria a la cavidad orbitaria en algún momento de su vida. La Organización Mundial de la Salud (OMS) en su programa para la prevención de accidentes ha reportado que cada año ocurren alrededor de 55 millones de lesiones oculares a nivel mundial, de las cuales 750 mil ameritan hospitalización.

Para los fines de obtener una visión generalizada acerca de este tema, existen una amplia gama de estudios realizados acerca de esta problemática en la cual se exponen los siguientes:

En el servicio de diagnósticos por imágenes del Hospital Universitario Austral, Pilar, Buenos Aires, Argentina se realizó un estudio retrospectivo de corte transversal que valoró todos los casos de fracturas orbitarias diagnosticados desde junio del 2011 hasta junio del 2012 donde se analizaron variables de edad, sexo, mecanismo de producción, localización de la fractura y necesidad de resolución quirúrgica. Se efectuaron tomografías computadas de órbitas a 167 pacientes, de los cuales 25 presentaron fracturas (14% de la población global). De ellos, 5 eran mujeres (20%) y 20, varones (80%).

Los mecanismos de producción fueron: caídas (32%), agresiones físicas (44%), accidentes de tránsito (8%) y otras causas (16%). En relación con su distribución, se observó que en 10 pacientes (40%) las fracturas eran aisladas (de una pared orbitaria) y en 15 (60%) combinadas. Se halló afectación orbitaria derecha en 11 (44%) casos, del lado izquierdo en 12 (48%) y bilateral en 2 (8%).

Las variedades más frecuentes de fracturas aisladas que se hallaron fueron las del piso orbitario y las de la pared medial, lo que se atribuye a su

mayor debilidad anatómica. La edad media de los pacientes afectados y la distribución según el sexo fue concordante con la casuística de estudios anteriores.

En otra investigación, llevada a cabo por Rodríguez-Perales, Pou-López y Villagra-Siles del Hospital Central Militar de México en el 2004, se examinaron los expedientes clínicos de 176 pacientes con diagnóstico de trauma craneofacial del cual se seleccionaron aquellos con diagnóstico de fracturas de órbita simples o con otras fracturas faciales adicionales, que tuviesen seguimiento mínimo de seis meses. Se encontró que, de estos 176 pacientes con diagnóstico de trauma facial, 70 presentaron fracturas de órbita. Las fracturas de órbita representaron 39% de las fracturas faciales. La edad media fue de 33 años; participaron 57 hombres (86%) y 9 mujeres (14%), con una proporción de 9:1. 30 de las 66 fracturas de órbita fueron del lado derecho (45%) y 26 del lado izquierdo (39%); 56 fueron unilaterales y 10 bilaterales (15%).

Con respecto a la ruptura del globo ocular evaluada por sus características tomográficas, Yuan, Hui-Chen, Hui-Cheng y Wan-Yuo publicaron sus hallazgos en el American Journal of Roentgenology en el 2014. En este estudio fueron tomados registros médicos de 75 pacientes de los pacientes atendidos en el servicio de urgencias con lesión de órbita contundente, penetrante o explosiva revisados retrospectivamente que incluyeron 75 pacientes. Los exámenes de tomografía computarizada fueron revisados por dos radiólogos experimentados.

Se descubrió que, de las 76 lesiones en el globo, 33 (43%) se rompieron y 43 (57%) no se curaron. Hubo diferencias significativas entre los globos rotos y no rotos con respecto a la hemorragia intraocular, la dislocación y la destrucción de la lente, un cuerpo extraño intraocular, gas intraocular, profundidad de la cámara anterior (ACD) y deformidad del globo e irregularidad de la pared.

Así mismo, en un estudio titulado *Lesiones óculo-orbitarias en pacientes con traumatismo craneofacial*, la autora Araoz-Medina hizo el recuento de todas las lesiones óculo-orbitarias registradas por el servicio de oftalmología, en un

hospital de traumatología en un periodo de 3 años. Amparándose con estudios de imágenes, se evaluaron 2701 pacientes con traumatismo craneofacial y compromiso ocular u orbitario. Se identificaron 2759 ojos (el derecho y el izquierdo contados como elementos distintos) lesionados que correspondieron a 46 entidades nosológicas. De éstas 26.08% correspondieron al segmento anterior del ojo, 26.08% al segmento posterior del ojo, 15.21% a la órbita, 13.04% al sistema neurooftalmológico, 10.86% a los anexos, y 11.7% al sistema oculomotor (11.70%).

Las lesiones del segmento anterior fueron en total 1031 (37.36%), encontrando como los más frecuentes 320 casos (11.59%) de hemorragia subconjuntival, 209 (7.57%) de laceración conjuntival, 157 (5.69%) de queratitis (incluyendo cuerpos extraños superficiales). Las lesiones de anexos fueron 419 (15.18%), de las cuales la entidad más frecuente fue blefaroequimosis con 196 casos (7.10%). Las orbitarias fueron 353 (12.79%), encontrando como más frecuentes 181 casos (6.56%) de fracturas complicadas (aquellas que ameritaron manejo quirúrgico), 39 (1.41%) de edema periorbitario y 34 (1.23%) de hemorragia retrobulbar.

En un artículo de revisión escrito por Morales Navarro y publicado en La Habana, Cuba en el 2017, dicha autora realizó una revisión bibliográfica en la cual se evaluaron 35 revistas de impacto de Web of Sciencies. Se consultaron las bases de datos MEDLINE, PubMed y SciELO con los descriptores: "orbital fracture", "treatment", "epidemiology" y se incluyeron artículos en idioma inglés y español de los últimos 5 años. Se obtuvieron 127 artículos de los cuales el estudio se circunscribió a 47. Aquí se concluyó que la órbita presenta debilidad anatómica en el piso y la pared medial que provoca una mayor afectación por fracturas. El diagnóstico completo se basa en los hallazgos clínicos, así como medios auxiliares de diagnóstico; lo cual permite escoger la modalidad terapéutica y evitar complicaciones.

Lo más notorio al resaltar en este artículo es que, basados en el dominio de la anatomía y los métodos diagnósticos, la valoración y el manejo de estas lesiones ha cambiado poco en los últimos años. Sin embargo, los avances en las imágenes orbitales, la introducción de sistemas de navegación

intraoperatoria han sido gran parte de lo que ha llevado a una reevaluación del enfoque terapéutico de las fracturas orbitarias.

Un estudio retrospectivo realizado en São Paulo, Brasil por dos Santos, Oliveira, Vannier y Gusmão Paraíso en el 2007 analizó las imágenes de 36 pacientes con fracturas maxilofaciales (sintomáticas en la región de la órbita) a las que le realizaron una tomografía computarizada multicorte en el cual los datos recopilados se analizaron estadísticamente mediante una prueba de validez (índice J de Youden; $p < 0,05$). Aquí se encontró que todos los métodos de evaluación por tomografía mostraron una alta especificidad y sensibilidad para el diagnóstico de fracturas orbitales según la metodología propuesta.

Por igual, otro estudio de similar diseño retrospectivo fue conducido en el Centro Medico ISSEMYM en Metepec, Estado de México en el año 2017 por los autores Malagón-Hidalgo, Araiza-Gómez, Ayala-Ugalde y González-Magaña. En el mismo se realizó un estudio descriptivo de la revisión de 313 expedientes clínicos de archivados en 12 años de recopilación. Se determinó que, De los 331 pacientes con 422 fracturas, el sexo más afectado fue el masculino con un 85.2%, la edad más afectada fueron aquellas en la cuarta década con 28.5% y la etiología más común del trauma fue la agresión en un 40.3% de los casos. Las fracturas más vistas fueron del piso de órbita con 33.5% y el lado derecho fue el más afectado en casos de trauma.

I.2. Justificación

Las consecuencias potenciales del trauma orbitario merecen consideración especial ya que estos pueden llevar al impedimento funcional y laboral si no es diagnosticado de una forma eficiente y en un tiempo preciso. Aunque el globo ocular solo representa el 0.3% de la superficie total del cuerpo humano, la pérdida de visión en uno o ambos ojos ha sido considerada el 24% o 84%, respectivamente, de las discapacidades del ser humano.

Las fracturas orbitarias mayormente se deben de impacto a estructuras que se encuentran en el tercio medio de la cara y son el resultado de la aplicación de fuerzas que sobrepasan la resistencia de las estructuras óseas que forman la cavidad orbitaria. Estas fracturas están vinculadas frecuentemente a injuria del tejido blando circundante y en ocasiones comunican la órbita con estructuras adyacentes (cavidad craneal, senos paranasales o cavidad nasal).

El manejo de las fracturas se orienta a la corrección temprana y la restauración correcta de los fragmentos a través de la reducción y fijación adecuada para poder evitar defectos y pérdida volumétrica.

Hasta en el manejo inicial del paciente politraumatizado la atención a la órbita no se considera una prioridad. Esta sistematización debe de incluir la valoración comprensiva de esta aflicción. Debido a su alta sensibilidad la tomografía computada es considerada como modalidad diagnóstica de elección para la valoración del trauma facial, en especial la órbita. En resumen, el conocimiento de la epidemiología del trauma orbitario puede ser una herramienta invaluable para la sospecha clínica y tamizaje inicial de estos casos.

El propósito de este estudio es identificar y caracterizar los casos de trauma orbitario diagnosticados por criterios tomográficos en nuestro servicio de Imagenología durante el periodo de un año.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las lesiones orbitarias traumáticas son una causa cardinal de deficiencias visuales. En el contexto de un traumatismo orbital, la evaluación e intervención urgente son esenciales para preservar la visión. Cuando se trata del trauma orbitario, su evaluación puramente clínica puede ser difícil en presencia de la inflamación periorbitaria circundante y otras injurias coligadas; además, la cooperación del paciente puede ser limitada debido a múltiples factores relacionados al trauma, como la alteración de su función mental o sedación.

El acceso rápido a las imágenes es parte de la evaluación diagnóstica inicial, y los radiólogos pueden ser los primeros en identificar las lesiones traumáticas del globo. Debido a esto, los radiólogos deben estar familiarizados con la anatomía normal del globo ocular en diversas modalidades de imagen y tener un conocimiento profundo de los distintos patrones de lesión ocular y sus apariencias en la imagen. Por igual estos especialistas también deben estar familiarizados con las diversas imitaciones de la lesión ocular. Dicha comprensión puede auxiliar al especialista para hacer diagnósticos precisos, lo que facilita la atención rápida y adecuada del paciente. Tal discernimiento es útil para efectuar diagnósticos puntuales, lo que proporciona la atención rápida y adecuada del paciente.

El examen radiográfico de las órbitas rara vez se realiza. La sonografía puede ser muy ventajosa para evaluar el globo y sus contenidos. La resonancia magnética puede ser difícil de realizar de forma emergente y está contraindicado si existe la posibilidad de que exista un cuerpo extraño intraorbital metálico.

Por estas razones, la tomografía computarizada (TC) se considera la mejor opción para evaluar las lesiones asociadas al trauma de órbita. El mejor protocolo es obtener tomografías computarizadas axiales de sección delgada (de 3mm) y luego realizar una reconstrucción multiplanar. Al evaluar a un paciente con trauma debemos sistematizar su valoración ya que son muchas cosas que deben de tomarse en consideración para una examinación completa.

Óptimamente, lo que debe tenerse en cuenta es la valoración de las estructuras óseas para descartar fracturas, así como herniación del contenido orbitario, la valoración de la cámara anterior y posterior por separado, constar la posición del cristalino, buscar hemorragias o acumulaciones de líquidos anormales, identificar cuerpos extraños y, por último, valorar las venas oftálmicas y el complejo del nervio óptico, en especial el vértice orbital. Sin embargo, ha de tenerse en cuenta que un paciente puede presentar múltiples hallazgos dentro del contexto de un solo estudio.

En cuanto a la República Dominicana, se enfrenta a un gran reto al momento de valoración adecuada de estas lesiones, ya que, según el autor Dr. Amado Alejandro Báez, *“En República Dominicana en el 2018, está claro que el trauma es la enfermedad verdaderamente más negligentemente ignorada por la sociedad, no solo por las autoridades públicas sino también por actores privados”*. Esto, sin duda, incluye los traumas cráneo-faciales, donde resaltamos la importancia de la evaluación de la órbita por ser causa significativa de discapacidad y por el gran impacto socio económico que esto determina.

No existe un reporte estadístico confiable que nos hable sobre la evaluación del trauma orbitario diagnosticado por imágenes en República Dominicana. El Centro de Educación Médica de Amistad Dominico-Japonesa es uno de los centros diagnósticos de mayor referencia a nivel nacional, por lo que se plantea la siguiente interrogante ¿cuáles son los hallazgos de trauma orbitario diagnosticados por tomografía de órbita en CEMADOJA durante el periodo enero-diciembre 2018?

III. OBJETIVOS

III.1. Objetivo General

Identificar los hallazgos de trauma orbitario diagnosticados por tomografía computada en el Centro De Educación Medica Amistad Dominico Japonesa enero- diciembre 2018.

III.2. Objetivos específicos

- Determinar hallazgos más comunes encontrados en los casos en estudio.
- Evaluar variables socio-demográficas de los pacientes de este estudio.
- Establecer cuál de las orbitas es la más involucrada en estos casos
- Precisar pared orbitaria más afectada en las fracturas que se presentan en estos casos.

IV. MARCO TEÓRICO

IV.1 La órbita

La órbita es la cavidad que aloja el globo ocular junto con sus estructuras vasculares, neurológicas y lacrimales. Están situadas simétricamente a cada lado de las fosas nasales. Estas tienen una morfología de pirámide cuadrangular de base anterior con un vértice situado posteriormente. Este vértice se abre a la cavidad craneal por varias fisuras. Se distinguen una base, un vértice y cuatro caras —suelo, pared medial, pared lateral y techo—cada una de estas caras de forma triangular. En cuanto a las paredes, están formadas por siete huesos distintos: cigomático, frontal, esfenoides, lacrimal, maxilar, palatino y etmoides.

La pirámide orbitaria tiene una medida de unos 4 cm de ancho por 3,5 cm de alto y está rotada lateralmente. El reborde lateral de la órbita coincide con el ecuador del globo. La órbita se expande 1 cm detrás del reborde exterior. El ápex está situado entre 44 y 50 mm por detrás y incluye estructuras neurovasculares muy importantes. La pared interna de la órbita tiene una dirección sagital y la pared externa es oblicua de atrás a adelante. Esta oblicuidad de la pared externa hace que el eje de la órbita quede a unos 23° y que los ejes de las dos órbitas, prolongados hacia el occipital, se encuentren por detrás y un poco por debajo del borde superior de la lámina cuadrilátera del esfenoides.

IV.2. Base de la Órbita

La base es la apertura facial de la órbita y tiene la forma cuadrada con ángulos redondeados. Su reborde orbitario está formado, superiormente, por el arco orbitario del frontal y por dos apófisis orbitarias del mismo hueso; por adentro e inferiormente, por la apófisis ascendente del maxilar superior; por externa e inferiormente, por el borde superior del hueso cigomático.

IV.3. Vértice de la Órbita

Es considerada la ruta de comunicación entre la cavidad intracraneal y la órbita. Pertenece a la porción más interna y más amplia de la hendidura del esfenoides y el agujero óptico. En su borde interno se ubica un pequeño tubérculo óseo en el cual viene a insertarse el anillo de Zinn.

IV.4. Pared superior o techo de la orbita

Es de forma cóncava y está compuesta por la bóveda del hueso frontal y por la cara inferior del ala menor del esfenoides. En esta bóveda orbitaria y en la parte medial se localiza la fosita troclear para la inserción de la polea del músculo oblicuo superior del ojo, y en la parte lateral se sitúa la fosa para la glándula lacrimal.

IV.5. Pared inferior o piso de la orbita

El piso de la órbita es el techo del seno maxilar. Es cóncava al igual que la pared superior y tiene la forma de un plano con inclinación hacia abajo, afuera y adelante. Está formada por el plato del maxilar, el cigomático, y en su límite posterior con la apófisis orbitaria del palatino. En sus dos tercios posterolaterales está separado de la pared lateral por la fisura orbital inferior por la cual entra en la órbita la rama maxilar del trigémino entra en la órbita.

IV.6. Pared interna o medial

Esta es plana y se localiza paralelamente al plano medio. Es muy fina y en su mayor parte está compuesta por la lámina papirácea del hueso etmoides. Se articula en su aspecto anterior con el hueso lacrimal y este último, a su vez, con la apófisis del maxilar superior. La lámina papirácea bordea los senos o celdillas etmoidales. Entre el maxilar y el lacrimal ubicamos el conducto nasolagrimal. En la zona posterior, la lámina papirácea del etmoides se articula con una el cuerpo del esfenoides. La pared medial contacta el techo de la órbita en la sutura frontoetmoidal, y el suelo de la órbita en la sutura maxiloetmoidal.

IV.7. Pared externa o lateral

La pared lateral es la más espesa de la órbita; es plana y de morfología triangular. Está constituida por la apófisis frontal del hueso cigomático en su porción anterior y por el ala mayor del esfenoides en su parte posterior. Superiormente se localiza la apófisis orbitaria externa del frontal. La pared externa es oblicua en ambos sentidos hacia dentro y hacia atrás. Se encuentra separada del suelo por la fisura orbital inferior y del techo por la fisura orbital superior y por la sutura fronto esfenoidal.

IV.8. El Septo Orbitario

Es una estructura fibrotica que constituye el borde anterior de la órbita y se inserta periféricamente en el periostio de los márgenes orbitarios y centralmente en la aponeurosis del musculo elevador del párpado en su aspecto superior y el reborde del tarso inferiormente. Esto forma una división anatómica en espacios preseptal y postseptal. En si separa a los párpados, músculo orbicular del ojo, placa tarsal y grasa palpebral (denominados en conjunto como el espacio preseptal), del resto los tejidos orbitarios localizados por detrás del septo. La relevancia del septo orbitario yace en que es un reparo anatómico que define el compromiso orbitario superficial o profundo y por ende el abordaje de las lesiones.

IV.9. Globo Ocular

Tiene morfología esférica y su pared está compuesta por 3 capas anteriormente descritas, la capa externa fibrosa formada por la esclera y córnea, el tracto uveal vascular, y la capa más interna o retina. El segmento posterior del mismo corresponde al cuerpo vítreo y contiene el humor homónimo. El segmento anterior se subdivide en la cámara anterior que comprende desde la córnea hasta el iris y la cámara posterior; ambas cámaras se comunican a través de la pupila y contienen humor acuoso.

En la tomografía se pueden visualizar el cristalino, los cuerpos ciliares, el líquido de la cámara anterior, el cuerpo vítreo y la esclera. En las imágenes

obtenidas por resonancia magnética sin medio de contraste se visualizan la córnea, el cristalino, el iris, el líquido de las cámaras anterior y posterior, el cuerpo vítreo, la esclera y el tracto uveal vascular. Tras la administración del medio de contraste se hacen visibles otras estructuras como la túnica vascular y en instancias, la mácula.

IV.10. Músculos extraoculares

El cono muscular está compuesto por los músculos rectos (medial, superior, lateral e inferior) y la fascia que los rodea. En sentido posterior los músculos confluyen en el ápice orbitario donde se introducen en el anillo de Zinn y anteriormente se prolongan hasta por detrás del borde esclerocorneal del globo. Los músculos oblicuo superior e inferior no son considerados parte del cono como tal, no obstante, el oblicuo superior se fija también en el anillo de Zinn. El músculo elevador del párpado se puede identificar como estructura autónoma adyacente al recto superior en la resonancia magnética, mas no siempre en la TAC.

IV.11. Cápsula de Tenon

Es una membrana de la conjuntiva que rodea toda la esclerótica del ojo. Se le conoce también como aponeurosis orbitaria. Sirve de aislamiento del globo ocular con la parte posterior de la órbita y debe ser atravesada por los órganos que gobiernan el ojo: los nervios y arterias ciliares posteriores, los seis músculos extraoculares, y el nervio óptico. Aparte de envolver el globo ocular, la cápsula de Tenon remite prolongaciones a los músculos que la atraviesan las paredes orbitarias. La cápsula de Tenon envía a los tendones que la atraviesan unas prolongaciones conjuntivas que acompañan a los tendones hasta su inserción en la esclerótica.

Cada uno de los tendones de los músculos oculomotores contiene una vaina conjuntiva de aspecto digitiforme, que cubre toda su fracción comprendida entre la cápsula de Tenon y su sitio de inserción en la esclera. Las vainas tendinosas de los músculos rectos se encuentran unidas unas a las otras por

expansiones laterales, que se proyectan en dirección ecuatorial y que en su trayecto forman adherencias con la cápsula de Tenon.

IV.12. Espacios intra y extraconal

El espacio posterior al globo ocular se divide en los compartimentos intra y extraconal según su relación con los músculos rectos que conforman el cono muscular. Cada espacio contiene diferentes estructuras anatómicas y su conocimiento facilita el abordaje de las lesiones disminuyendo la lista de diagnósticos diferenciales.

El espacio intraconal contiene la arteria oftálmica, grasa, la vena oftálmica superior, así como el nervio motor ocular común, nervio óptico, el abducens y ramas nasociliares del oftálmico. El nervio óptico en sí, se extiende del polo posterior del globo en sentido posteromedial hacia el canal óptico. Se divide en cuatro porciones: orbitario, canalicular, intraocular y cisternal.

El espacio extraconal es aquel localizado fuera del cono muscular. En su porción superolateral se encuentra la fosa lacrimal que aloja la glándula del mismo nombre. Los canaliculos lacrimales superior e inferior están ubicados en el borde medial de los párpados y son de tamaño reducido. El espacio extraconal también contiene el nervio troclear, las ramas frontal y lacrimal del nervio oftálmico, periostio y grasa.

IV.13. El nervio óptico

El nervio óptico está formado por axones de las células ganglionares de la retina. Estos axones se unen y constituyen la porción intraocular de la papila óptica. Sus fibras atraviesan la lámina cribosa para llegar a la esclera y el nervio sale del ojo. En su parte orbitaria, esta cruza el espacio intraconal en su centro, rodeado a su vez de grasa orbitaria, adoptando un trayecto ligeramente sinusoide, lo que le permite adaptarse a los movimientos oculares. Luego penetra la cavidad craneana mediante el agujero óptico. La porción intracraneal de este nervio se sitúa en el espacio subaracnoideo y ambos nervios ópticos convergen para conformar el quiasma óptico.

IV.14. Canales de la cavidad orbitaria

Existen nueve y aseguran las comunicaciones con las fosas nasales, la parte media de la base del cráneo y la fosa pterigoidea-palatina. Entre estos pasos y canales se recalcan el conducto óptico, formando el vértice de la pirámide cuadrangular que compone la órbita en el ala menor del esfenoides. Por el mismo pasa el nervio óptico, la arteria oftálmica y una rama destinada al globo ocular.

La fisura orbitaria superior, que compone gran parte del ángulo superior y externo de la órbita tiene forma de una coma cuya parte ancha se encuentra en la parte inferointerna. Está situada entre el ala mayor y el ala menor del esfenoides, y deja paso a los tres nervios motores del globo ocular: el nervio oculomotor común, el nervio troclear y el nervio oculomotor externo.

La fisura orbitaria inferior está situada en la porción posterior del ángulo ínfero externo de la cavidad. Por aquí pasan dos ramas del nervio maxilar superior y del ganglio de Meckel, que permiten a las fibras parasimpáticas alcanzar a la glándula lacrimal, párpado, músculo de Müller y a los senos etmoidal y frontal. La órbita presenta además dos conductos etmoidales, una escotadura supraorbitaria, un conducto suborbitario, un conducto nasal del canal lacrimal, y un conducto malar para el nervio maxilar superior.

IV.14. El periostio orbitario

También denominada la periórbita, es una membrana que reviste las paredes óseas de la órbita y funciona de saco intermedio entre el contenido óseo y el visceral, adaptándose a ambos. Está fortalecida por un pequeño músculo liso llamado el músculo orbitario de Müller, que se inserta en la fisura esfenomaxilar y se extiende a las poleas de los músculos recto externo y recto interno. Este tiene función de un tensor de la periórbita. Es un periostio singular, extendido por todas las porciones excepto en algunas zonas de adherencia. Se prolonga con las formaciones fibrosas vecinas por los diferentes orificios que ofrece la cavidad orbitaria en los bordes de los cuales se inserta.

Más allá de la lámina cribosa se alarga con la duramadre. Se continúa con el periostio del conducto lacrimal, fijándose los bordes de la hendidura.

IV.15. Lesiones de la cámara anterior

Las lesiones ubicadas en la cámara anterior presentan un reto espacial al momento de realizar un diagnóstico radiológico y, por lo general, se pueden identificar con mejor facilidad en el examen clínico. Las lesiones más comunes que afectan a la cámara anterior incluyen el hifema y las laceraciones corneales. La subluxación del cristalino es un imitador importante de laceración corneal y debe ser considerado como diagnóstico diferencial.

IV.15.1. Laceración corneal

Las laceraciones corneales se asocian frecuentemente con los traumatismos penetrantes. El grado de gravedad de la injuria es variable, desde superficial a profunda. Las lesiones superficiales, por lo usual, no se visualizan en los estudios de imagen, pero se pueden evidenciar fácilmente a la valoración clínica. Las laceraciones de la córnea que presentan penetración corneal completa pueden conducir a una rotura del globo ocular, que se puede observar en los estudios de tomografía computarizada como una disminución volumétrica de la cámara anterior.

IV.15.2 Hifema

El hifema está definido como el acumulo de sangre en la cámara anterior del globo ocular que por lo general es resultado de la pérdida de la continuidad de los vasos sanguíneos en el iris o el cuerpo ciliar. El hifema se presenta en trauma con globo abierto o cerrado. Sus complicaciones incluyen hipertensión intraocular (presión intraocular mayor a 25 mmHg en el 25% de los casos), impregnación hemática de la córnea, formación de sinequias anteriores y posteriores, catarata y una variedad de cambios patológicos relacionados indirectamente. El hifema traumático puede reducir significativamente la visión

Usualmente tienden a ser evidentes durante el examen clínico visualizándose como un nivel de fluido sanguíneo. El hifema es considerado

una de las lesiones más sencillas de detectar en la evaluación del paciente traumatizado. Mediante la búsqueda intencionada de lesiones, al identificar el hifema debe establecerse como va a ser manejado, así como debe de sospecharse la existencia de una lesión intraocular grave y estar pendiente de la elevación de la presión intraocular

En la tomografía computarizada simple, puede verse como un área de alta densidad en la cámara anterior. El hifema también se puede identificar fácilmente por estudios sonográficos; sin embargo, no es recomendable ejercer una presión excesiva sobre el globo ocular al momento de la examinación. La presencia de hifema siempre debe provocar una examinación de otras injurias del globo.

IV.16. Lesiones del cristalino

El trauma cerrado del globo ocular produce una deformación del mismo que por lo usual desplaza la esclera anterior y la córnea posteriormente, conduciendo a una expansión del globo producida de manera compensatoria en sentido ecuatorial. La pérdida de la morfología del globo hace que los accesorios zonulares, que sirven de soporte para la lente en posición, se estiren y desgarran. El desgarramiento de dichos accesorios zonulares puede ser de forma parcial o completa. El diagnóstico de la subluxación del cristalino generalmente se evidencia en el examen clínico. La imagen obtenida por tomografía computarizada fácilmente muestran el desplazamiento del lente.

El radiólogo debe de evitar el importante error de confundir estas lesiones con un cristalino dislocado espontáneamente. La dislocación no traumática puede estar vinculada con enfermedades del tejido conectivo, como el síndrome de Ehlers-Danlos, Marfan, y la homocistinuria. Si hay evidencia de dislocación bilateral se debe sospechar una condición sistémica subyacente.

IV.16.1 Dislocación completa del cristalino

El desgarramiento que involucra una interrupción completa de las fibras zonulares alrededor del cristalino condiciona una dislocación completa del mismo.

Después de este tipo de trauma, la lente puede dislocarse posteriormente o, con menos frecuencia, anteriormente. Cabe resaltar que la dislocación del segmento posterior es más frecuente ya que el iris impide su desplazamiento anterior. Posterior a una subluxación posterior de este tipo, el cristalino se puede encontrar dentro del humor vítreo.

IV.16.2 Dislocación parcial del cristalino

Un desgarrado que solo compromete una porción de las fibras zonulares condiciona una dislocación parcial del cristalino, causando que este se mueva libremente en el lado de los accesorios que estén desprendidos pero que se mantenga unido del lado de los accesorios intactos, lo que provoca que el cristalino se sitúe en una dirección anormal, por lo usual con el segmento desgarrado desplazado de forma dependiente.

IV.16.3 Dislocación no traumática

En ausencia de una lesión traumática, el desplazamiento del cristalino puede ocurrir en pacientes con ciertos trastornos sistémicos del tejido conectivo, tal y como son el síndrome de Marfan, el síndrome de Ehlers-Danlos y la homocistinuria. En estos casos, la dislocación suele ser bilateral. Por estos motivos es imperativo tener la historia clínica del paciente para poder hacer la distinción entre la dislocación traumática y espontánea que esté relacionada con una condición subyacente.

IV.16.4 Catarata traumática

Otras lesiones asociadas a traumas cerrados del globo ocular pueden alterar la capsula que envuelve al cristalino, lo que puede causar edema del cristalino, lo que, a su vez, puede llevar al desarrollo de cataratas. Como las lesiones antes descritas, estas también son fácilmente identificadas a la evaluación clínica. A la valoración por tomografía computarizada, el edema se visualiza tiene una apariencia de densidad relativamente baja en comparación con el cristalino sano. Una catarata madura se visualiza hiperatenuada e incluso se pueden apreciar calcificaciones en su espesor.

IV.17. Lesiones de la cámara posterior

El globo ocular se separa en tres capas, de tal forma creando unos espacios potenciales entre las misma. La retina está adherida firmemente en su borde anterior en una entidad llamada ora serrata y posteriormente en el disco óptico; esta forma el componente sensorial del globo ocular. El resto de su superficie solo está levemente unida a la coroides. La cámara posterior es a menudo pequeña y difícil de visualizar en las imágenes. El segmento posterior está detrás del cristalino y contiene el cuerpo vítreo.

IV.17.1 Desprendimiento de retina

Tal y como se describió anteriormente, la retina está unida de manera firme a la ora serrata en su aspecto anterior y al disco óptico en el posterior. Un desplazamiento traumático de la misma puede permitir que la sangre y el líquido vítreo se acumulen entre el espacio virtual entre retina y la coroides, que como consecuencia condiciona el desprendimiento de la capa retiniana. El radiólogo también debe de tomar en cuenta otras etiologías comunes del desprendimiento de retina incluyendo las neoplásicas e inflamatorias. El líquido acumulado debajo de la retina, o subretiniano, adopta una configuración distintiva en forma de V, con el vértice hacia el disco óptico y el resto en la ora serrata.

El signo clínico más común involucra la pérdida de la agudeza visual, que puede involucrar desde una visión normal hasta solo ser capaz de distinguir sombra. La afectación del campo visual completo se manifiesta como una cortina sobre el campo visual que va progresando lentamente. También es posible que se observen fotopsias o entopsias. Estos dos signos usualmente se asocian con el desprendimiento del vítreo posterior y con probables desgarros de retina.

El manejo terapéutico para el desprendimiento de retina involucra la administración de aceite de silicona alrededor del cuerpo vítreo. El mismo tiene un coeficiente de atenuación más alta que el vítreo en las imágenes por tomografía y se debe tener cautela para no confundirlo con una hemorragia.

IV.17.2 Desprendimiento de la coroides

La coroides es la capa media vascularizada ubicada entre la retina y la esclera. Su extensión va desde la ora serrata hasta la cabeza del nervio óptico, unida a su vez, a la esclerótica mediante arterias y venas que conforman esta capa vascular. Los desprendimientos de coroides son consecuencia de la acumulación de líquido en el espacio por encima de la coroides, localizado entre la coroides y la esclerótica. La hipotonía ocular es la causa cardinal del desprendimiento coroidal. Esta última puede ser precipitada por una perforación accidental, enfermedad inflamatoria, o de causa quirúrgica. La disminución de la presión dentro del ojo provoca hipotensión en el espacio supracoroideo antes descrito. El líquido puede acumularse en el espacio supracoroideo, arrojando como consecuencia un desprendimiento coroideo seroso.

Todo esto se ve asociado al desgarramiento de los vasos sanguíneos, dando como consecuencia un desprendimiento hemorrágico. Aquellas colecciones hemáticas supracoroideas por lo usual adoptan una morfología de aspecto biconvexo o lenticular el cual se extiende desde los vasos sanguíneos del vértice hasta la ora serrata.

IV.17.3 Hemorragia Vítrea

Posterior al trauma también puede ocurrir sangrado dentro del humor vítreo. La hemorragia vítrea se visualiza con facilidad en la tomografía computarizada como un líquido de alta atenuación en el segmento posterior que conforma un nivel. Esta entidad se ve relacionada con varias enfermedades de entidad sistémica, en particular con la diabetes mellitus tipo II y las vasculitis. Esta también está vinculada con otras enfermedades primarias como los antes mencionados desgarramientos de la retina, macro aneurismas retinianos, y la degeneración macular.

IV.18 Cuerpos extraños intraoculares

De acuerdo a cifras obtenidas en los Estados Unidos cada año se producen alrededor de 3.1 lesiones del globo ocular por cada 100,000 personas. Los mecanismos de trauma mayormente son de etiología violenta, seguida por accidentes de tránsito, laborales y recreativos. En estos, aproximadamente el 10-17% incluyen la presencia de cuerpos extraños, en su mayoría asociadas a lesiones del globo abierto. Es importante reconocer estos cuerpos extraños porque estos pueden tener como consecuencia la toxicidad retiniana, pérdida de la visión y la infección si no se tratan adecuadamente. En particular es vital identificar la ubicación de estos cuerpos, que se encuentran comúnmente en el segmento posterior.

La modalidad de imagen de elección ante la sospecha de cuerpos extraños es la tomografía computarizada ya que tiene alta sensibilidad para su detección dependiendo de su tipo y tamaño, a veces llegando hasta 100%. La tomografía tiene la capacidad de identificar ciertos cuerpos extraños de hasta 0.5 mm de tamaño. En casos de que el material sea de estirpe metálico, la resonancia magnética tiene una contraindicación absoluta; sin embargo, en casos de material orgánico, tiene mejor sensibilidad. Las sonografías, por igual, son usadas para valorar cuerpos extraños pero su utilidad es limitada debido a la baja resolución de imagen, así como el detalle de que el aire intraocular condiciona una imagen artefactual que se confunde con estos cuerpos. Por último, la radiografía convencional tiene una sensibilidad de 40-90% para detectar cuerpos extraños que, al igual que la tomografía, depende del tipo de material presente. Esta cifra puede llegar al 96% cuando se tiene evidencia clínica de una lesión penetrante. En general esta modalidad es de última elección ya que es de escasa utilidad para la valoración de partes blandas.

IV.18.1 Tipos de cuerpos extraños

Tal y como se mencionó en el acápite anterior, estos cuerpos pueden ser inorgánicos y orgánicos. Los más comunes son los inorgánicos en particular el metal y el vidrio. El vidrio merece una consideración especial por la dificultad que presenta su identificación en los estudios de imagen ya que su grado de

atenuación es muy variable. Otro material inorgánico que se encuentra con frecuencia es el plástico que tiene alto grado de atenuación en la tomografía computarizada. Debido a que se trata de cuerpos inertes, no tienden a producir una respuesta inflamatoria. Cabe resaltar, sin duda, que estos tienen una relación estrecha con la pérdida de visión.

Al contrario de los inorgánicos, estos si pueden provocar una respuesta inflamatoria marcada que puede traer como consecuencia una grave infección. Se resalta nuevamente la importancia de su diagnóstico temprano ya que las secuelas de estas infecciones pueden involucrar aquellos órganos más allá de la órbita. En cuanto a los cuerpos orgánicos el más común es la madera; esta tiene una forma geométrica muy característica que ayuda a distinguirla del aire; además, su coeficiente de atenuación varía con el tiempo, desde isodensa con relación al tejido blando en las fases subagudas hasta hiperdenso en fase crónica.

IV.18.2 Mímica de cuerpos extraños intraoculares

Las calcificaciones representan el principal reto diagnóstico al momento de valorar la presencia de cuerpos extraños, motivo por el cual los radiólogos deben estar muy familiarizados sus diferentes patrones al igual que con las características de los materiales diversos que son utilizados en las cirugías intraoculares. Se debe prestar atención particular al material usado para tratar el desprendimiento de retina, donde se utilizan gas, bandas esclerales y aceite de silicona.

Las calcificaciones que rodean el disco óptico reciben el nombre de drusas y se asocian con la degeneración macular y el pseudopapiledema benigno. Otra localización común de las calcificaciones es en los sitios de inserción de los músculos extra oculares, conocidos como placas esclerales, siendo estas más comunes en los pacientes ancianos. Por último, el cristalino también puede presentar calcificaciones como resultado de las cataratas.

Existen también varias trampas que pueden complicar la evaluación de una ruptura de globo. Como se ha mencionado anteriormente, en ciertos casos

se utiliza la inyección de gas perfluoropropano para el tratamiento de un desprendimiento de retina. En los estudios por tomografía, este material de taponamiento es indistinguible del aire en cuanto a su coeficiente de atenuación. Debido a esto, las áreas de menor atenuación de coeficiente similar al aire pueden ser malinterpretadas como prueba de un trauma penetrante.

De forma similar, otro método terapéutico para el desprendimiento de retina es la colocación de esponjas de material de silicona o de bandas esclerales de alto coeficiente de atenuación. Para evitar estos errores o mímicas de lesión el radiólogo debe de realizar una examinación detallada de la órbita y el globo para identificar otros signos de trauma y, de ser posible, comparar con imágenes previas y correlacionar con la historia clínica.

IV.19 Rupturas de globo

Las lesiones de globo abierto se conocen también como rupturas del globo. Estos se asocian con mayor frecuencia los traumas cerrados de orbita, condicionados por la pérdida de solución de integridad de la esclera. Las injurias conocidas como lagrimas esclerales suelen ocurrir posteriores a los sitios de inserción de los músculos extraoculares donde la esclera es más delgada. Otras causas incluyen los diferentes tipos de lesiones penetrantes que, sin son de una profundidad considerable, pueden condicionar la ruptura del globo ocular. Los traumatismos cerrados son más comunes en la población femenina, y los penetrantes se observan con mayor frecuencia en la masculina.

Siempre deben de tomarse en cuenta otras causas que pueden condicionar la alteración del globo ocular que simulan una lesión de globo abierto, de las cuales se incluyen deformidades congénitas como el coloboma, al igual que otras de índole adquiridas que afectan cualquier parte del globo como los es el estafiloma.

La sensibilidad del estudio tomográfico para evaluar este tipo de lesión se estima desde un 56% a 75% con una buena historia clínica, y hasta un 68% cuando no se dispone de una o cuando esta clínicamente oculta. La resonancia magnética es de mejor índice diagnóstico en estos casos debido a su mejor

apreciación de las partes blandas. Se debe considerar la realización de este estudio cuando una lesión con alta sospecha por clínica no es identificable por tomografía. Las ecografías están estrictamente contraindicadas para este tipo de injuria.

IV.19.1 Señales directas de ruptura de globo

La evidencia principal de una lesión de globo abierto es la alteración de la morfología y la pérdida volumétrica del mismo. En segundo plano, también es importante valorar la pérdida de continuidad de la esclera. Existen diferentes grados de afectación de estos hallazgos y por ende es imperativo contar con la evaluación multiplanar de la órbita. Se debe sospechar de estas lesiones en casos obvios como heridas por arma de fuego así como en casos de agresión con objetos punzantes o contusos.

Por tomografía computarizada, los hallazgos antes descritos pueden simular la apariencia de una "llanta desinflada". Otros datos de evaluación importante incluyen la presencia de aire intraocular y la presencia de los ya mencionados cuerpos extraños.

IV.19.2 Señales indirectas de ruptura de globo

Cabe resaltar que no siempre se contara con evidencia tan contundente sugestiva de lesión de globo abierto. Al tratarse de ruptura del segmento posterior ha de evaluarse la profundidad del segmento anterior, el cual que se puede ver aumentado como consecuencia de la disminución volumétrica y de presión en la misma, condicionando luxación del cristalino. De manera inversa, si hay disminución de la profundidad del segmento anterior se debe de considerar la posibilidad de una laceración corneal severa la cual conduce a su pérdida de volumen. En cuanto a otro hallazgo indirecto de este tipo de lesión esta la presencia de un cuerpo extraño o aire dentro del globo, lo que puede ser causado por penetración de la esclera dentro del contexto de un trauma.

IV.20 Fistula Carotida Cavernosa

Ante un paciente que presenta visión doble, o diplopía, asociada a quemosis y desplazamiento anterior del globo ocular debe de considerarse el diagnóstico de una fistula carótida cavernosa. Otro síntoma incluye el tinnitus pulsátil objetivo, o el zumbido en los oídos. Al producirse el desgarro de la arteria carótida interna en su porción cavernosa permite que la sangre se acumule en el seno homónimo, aumentando la presión en el mismo y condicionando la reversión de los afluentes venosos. Como resultado, se produce la arterialización de la conjuntiva.

En la tomografía computarizada se puede valorar la dilatación de la vena oftálmica, así como la hemorragia dentro del globo ocular, la hipertrofia de la musculatura extraocular, edema periorbitario, hiperemia conjuntival y hasta sensación de latido retro ocular. La resonancia magnética también puede mostrar estos hallazgos con la ventaja de que puede acompañarse de técnicas de flujo la que pueden orientar hacia la alteración de las venas oftálmicas. En la secuencia ponderada T2 se aprecia un aumento de señal de las venas oftálmicas, aunque esto es mejor visible en las secuencias T1 con supresión grasa y contraste.

IV. 21 Lesión del nervio óptico

En los traumas orbitarios las lesiones al nervio óptico pueden ser el resultado de un trauma directo o indirecto. En ocasiones más raras, una lesión a la órbita producida por un objeto romo puede fracturar el canal óptico y afectar el nervio. Usualmente no se puede identificar fracturas definitivas; en estos casos es de suma importancia valorar la irrigación arterial del nervio ya que puede haber desgarro de la arteria, trombosis o compresión. Se debe de tener esta posibilidad diagnóstica en cuenta cuando el paciente presenta pérdida de la agudeza visual con defecto aferente postraumática inmediato y ordenar un estudio tomográfico de alta resolución que valore bien el ápex orbitario para así poder guiar la intervención quirúrgica. Sumado a esto se considera que la hemorragia y el edema condicionan el aumento de presión dentro de la órbita que puede conducir a un síndrome compartimental. En este último, se debe

realizar una descompresión rápida ya que puede producir cambios isquémicos definitivos en el nervio óptico.

La tomografía computarizada y la resonancia magnética tienen un rol muy limitado en la evaluación de la neuropatía óptica traumática. Su utilidad yace en poder visualizar cambios macroscópicos en la atenuación y la señal del nervio óptico. La resonancia identifica la inflamación macroscópica del nervio óptico, mientras que la tomografía valora cualquier fractura del canal óptico. Sin embargo, ninguna de ellas tiene la sensibilidad necesaria para detectar cambios agudos después de un trauma ya que a menudo estos son producidos a nivel microvascular y axonal. Como tal, hay una alta tasa de falsos negativos. A pesar de estos impedimentos, la tomografía si puede determinar qué tan urgente o necesaria es la intervención quirúrgica. Si el nervio óptico está avulsionado de alguna forma, no es necesario recurrir a medidas agresivas. Si hay una pérdida severa de la agudeza visual con un nervio óptico intacto en estudios radiográficos, se pueden emplear corticosteroides por vía intravenosa en dosis altas para manejar una presunta neuropatía óptica traumática. La exploración quirúrgica se puede considerar para aliviar el atrapamiento del nervio, en particular si se identifica un fragmento óseo u otro material empujando el nervio óptico.

IV.22.1 Fracturas de la pared orbitaria

Las fracturas de la pared de la órbita pueden clasificarse por los huesos involucrados, o bien, por la dirección de la fractura: conocidas por su nombre en inglés como blow-out, blow-in o en estallido. Las fracturas blow-in usualmente se refieren a un desplazamiento hacia arriba del piso orbital. La fractura por estallido implica un desplazamiento hacia arriba del techo orbitaria hacia la fosa craneal sin incluir el reborde orbital. Las fracturas blow-out se conocen de tal manera debido a la predilección de los tejidos blandos a herniarse fuera de la cavidad orbitaria. Una fractura en el techo orbitario puede ser materia de una consulta neuroquirúrgica debido a los riesgos de extravasación de líquido cefalorraquídeo al igual que de lesión cerebral.

Las indicaciones quirúrgicas de las fracturas de orbita han sido tema de amplia discusión. La dimensión de la fractura del piso orbital es utilizada a menudo como un criterio para su manejo. Aquellas áreas de fractura superiores a 1 cm cuadrado o mayor al 50% del área del piso orbital ha sido descrito como premisa para su reparación. Esta indicación falla en tomar en consideración que incluso un defecto de gran tamaño es capaz de no poder causar enoftalmos salvo que el ligamento suspensorio que aguanta el globo en su lugar esté comprometido. Como tal, ciertas fracturas de mayor tamaño pueden ser manejadas con una conducta expectante y se pueden sacar buenos resultados con el ojo manteniéndose en una posición normal y garantizando la movilidad de los músculos extra oculares.

De manera contraria, existen fracturas pequeñas que pueden ser bastante problemáticas ya que tienen consecuencias sutiles sobre el periostio, los músculos extrínsecos o ambos. Se ha observado que el abombamiento del musculo recto inferior, visto por tomografía en un plano coronal, implica la pérdida del soporte ligamentoso del globo ocular y por lo tal una mayor probabilidad de enoftalmos. Cabe resaltar, que, en ausencia de dicha evidencia de lesión de los ligamentos, las fracturas de menor tamaño pueden causar restricción del movimiento ocular y estrabismo debido a una fibrosis posterior alrededor del área fracturada.

Algo importante que no debe faltar al evaluar las fracturas orbitarias es valorar la integridad del puntal orbital inferomedial. Este mismo es la continuación del hueso maxilar con el etmoidal y da soporte óseo a la órbita, así como sirve como sitio de unión para los ligamentos de suspensión. Su participación en una fractura crea un reto al momento de su reparación y condiciona riesgos de dejar el globo ocular en mala posición, o bien, con problemas de movimiento ocular si no es reparado adecuadamente.

La literatura reciente apoya que se espere de una a dos semanas para la reparación quirúrgica hasta que cedan la inflamación y el edema asociado a la fractura, al menos que exista pinzamiento muscular o un reflejo óculo-cardíaco sea significativo. Se recomienda la cirugía ocular luego de cedan los

efectos del trauma inicial, como la congestión hemorrágica o el edema de partes blandas ya que se pueden obtener mejores vistas quirúrgicas.

IV.22.2 Fracturas orbitales pediátricas

Las fracturas de orbita representan de un 7% a un 41% de todas las fracturas faciales en edad pediátrica. Son menos frecuentes que en los adultos debido a que los huesos pediátricos son menos propensos a fracturarse por un trauma contuso. Los niños por debajo de los 7 años son más propensos a fracturarse el techo de la órbita y aquellos por encima de esta edad tienen mayor tendencia a lesionarse el piso de la órbita. Esta distribución es debido a la diferencia en neumatización de los senos paranasales que ocurre de acuerdo a la edad pediátrica, en particular el seno frontal. Aquellos por debajo de los 7 años aún no han neumatizado este último, como tal este espacio es más elástico y propenso a la injuria; tal cual que comúnmente se asocia a lesión cerebral, con una frecuencia de 36-88% de los pacientes.

En los pediátricos, también podemos apreciar las denominadas fracturas blow-out pálidas; estas reciben su nombre por la ausencia de evidencia clínica de afectación de partes blandas. Los globos oculares y sus anexos pueden verse relativamente normal aun cuando existen condiciones como atrapamiento del tejido blando. El umbral para la intervención quirúrgica es menor en los niños que en los adultos. La presencia de un grado bajo de diplopía y restricción al movimiento ocular asociados a su vez a náusea, vómito o dolor, es suficiente para considerar la intervención quirúrgica urgente.

El manejo quirúrgico dentro a las 24-28 horas del trauma es imperativo en pacientes con atrapamiento muscular. La evidencia clínica de aquellas fracturas blow-out pálidas con mínimo edema o equimosis incluyen la restricción a la mirada vertical, dolor al movimiento ocular, náusea y emesis. La tomografía computarizada típicamente muestra una fractura lineal del piso orbitario con discreto desplazamiento de este asociado o no a ligera herniación del tejido blando hacia el antro maxilar. Dada su mayor elasticidad, el hueso maxilar pediátrico puede volver a su posición habitual causando el atrapamiento del tejido blando.

IV.23 Atrapamiento del tejido blando

El atrapamiento del tejido blando, incluyendo los músculos rectos, la grasa orbitaria o el tejido conectivo pueden conducir a la isquemia y potencialmente conllevar consecuencias como la necrosis, fibrosis, estrabismo o la pérdida de la movilidad ocular. En específico, el atrapamiento del músculo recto inferior se puede asociar con el reflejo óculo-cardíaco, en particular con la población pediátrica. Este reflejo se define por una triada particular de bradicardia, síncope y náusea que puede llevar a una arritmia fatal si no es tratada adecuadamente.

En el trauma agudo, la inflamación, la atenuación de la grasa y las colecciones hemorrágicas intramusculares pueden limitar la valoración radiológica del atrapamiento muscular; por esto es importante considerar que el diagnóstico de esta entidad yace más en la clínica que en las imágenes. Más allá, la tomografía computarizada de órbita puede subestimar el tamaño de las fracturas que causan esta condición. Usualmente el diagnóstico puede hacerse con la evaluación apropiada del movimiento ocular. Si hay sospecha de atrapamiento pues el paciente debe ser llevado a la sala de operación para explorar su órbita.

IV.24 Lesión de la musculatura extrínseca

La musculatura extrínseca de la órbita puede sufrir atrapamiento, avulsión, o ser lacerada como resultado de un trauma. Los músculos rectos medial e inferior son los más propensos a ser involucrados en un trauma. La injuria muscular usualmente ocurre alrededor o cerca de su sitio de inserción. Estos eventos comúnmente se acompañan del desarrollo de un hematoma intramuscular el cual, debido a su comportamiento expansivo, puede exacerbar la isquemia en si causada por un atrapamiento muscular.

No se ha logrado comparar la eficacia y sensibilidad de la tomografía versus la resonancia magnética para detectar estas lesiones de avulsión o laceración. Sin embargo, existen varios autores que sugieren que la resonancia es de mayor confiabilidad al momento de detectar la irregularidad del contorno

muscular encontrada en una laceración de un músculo. Una laceración u avulsión muscular típicamente se presenta con debilidad o falta de movimiento en la dirección cardinal del músculo afectado; esto puede ser útil para distinguirlo de la diplopía causada por el atrapamiento.

Si se observa diplopía persistente en una fractura con desplazamiento mínimo sin evidencia de atrapamiento, se debe de considerar el diagnóstico de lesión muscular. La tomografía es más sensible al momento de detectar y evaluar la laceración, pero es recomendable indicar una resonancia magnética ante la sospecha de cualquier otra lesión a la musculatura.

IV. 25 Síndrome compartimental orbitario

De manera igual a otros síndromes compartimentales, la etiología a nivel orbitario también se debe a un incremento de presión en un espacio anatómico limitado y estrecho, pudiendo llevar a la muerte del tejido vital contenido en su interior. Se ha demostrado, a través de múltiples estudios, que cuando este suceso se desencadena en la órbita se puede causar una pérdida de visión irreversible después de unos 60 minutos. En el contexto de un trauma la presión del compartimiento se puede ver elevación de la presión dentro de la órbita por encima de la presión arterial. Si la vasa nervorum está lesionada, la llegada de sangre al nervio óptico puede verse alterada. Como consecuencia una isquemia retiniana se puede desarrollar si la presión de la arteria central de la retina se ve superada por la presión anexial. Debido a que no existe drenaje linfático capaz de remediar la presión intraorbital, el único escape es a través de las venas principales, en particular la vena oftálmica superior. Esta se ve comprometida con mucha frecuencia en el trauma y es un factor de riesgo añadido cuando hay síndrome compartimental.

El manejo inicial del este síndrome es puramente clínico y la adquisición de imágenes no es imperativa para estos fines. Si se detecta un defecto pupilar aferente, pérdida de la agudeza visual, una órbita tensa, datos de inflamación o colección hemática, resistencia a la retropulsión del globo ocular, y una presión dentro del ojo marcadamente por encima de lo normal es necesario realizar una intervención urgente como una cantotomía y catótesis.

Se indican estudios de imagen de emergencia cuando el tratamiento de descompresión inicial no es capaz de mejorar el síndrome compartimental, y la se estén buscando etiologías tratables, como un hematoma subperiosteal. La tomografía usualmente es de primera elección debido a su disponibilidad y acceso. Ha sido demostrado que si el ángulo posterior al contorno del globo menor a 120 grados que se asocie a proptosis es de peor pronóstico. Con un estudio tomográfico se pueden ubicar otras causas de presión orbital aumentada, como es la hemorragia retrobulbar, enfisema o cuerpos extraños. En aquellos casos agudos de síndrome compartimental, raramente se considera utilizar la resonancia magnética. Su mayor utilidad yace en ser capaz de valorar la edad del hematoma.

IV. 26 Enfisema Orbitario

Por lo general, el enfisema orbitario es el resultado de la entrada abrupta y forzada del aire en el tejido blando que está dentro de la órbita después de que ocurre un trauma. También existen otros mecanismos que pueden causar esto tal y como infección, barotrauma, complicaciones después de una cirugía, viajes largos en cabinas de avión y hasta en el síndrome de Boerhaave.

Las fracturas tienen la tendencia de aparecer en las partes más finas que componen la pared de la órbita, en especial la pared medial o inferior, permitiendo la entrada de aire desde las celdillas etmoidales y senos maxilares, respectivamente. La pared medial está compuesta por la fina lamina papirácea, y esta es mucho más delgada que la del piso orbital; a pesar de esto, las fracturas del piso son más habituales, mientras que las fracturas aisladas de la pared medial ocurren en aproximadamente el 30% de los casos de trauma.

El aire permanece atrapado dentro de los espacios periorbitales cuando el tejido blando de la órbita actúa como una válvula y causa presión sobre el fragmento óseo o hernia en un seno paranasal. En cuanto al enfisema orbital se pueden encontrar complicaciones variadas como proptosis, pérdida de la agudeza visual, obliteración de la arteria retiniana central, y hasta el síndrome compartimental orbital.

La tomografía es útil para identificar la apariencia y localización anatómica del aire cuando se sospecha un enfisema orbitario. El aire subcutáneo limitado al párpado se denomina enfisema palpebral y es poco común ya que surge del rompimiento del saco lagrimal y el hueso. En el legítimo enfisema orbitario, el aire está situado detrás de un septo orbital intacto. Se hace una diferenciación adicional con el enfisema extraconal. El aire entra en los espacios orbitales de las partes blandas cuando se incrementa la presión intranasal durante la tos o los estornudos.

El enfisema orbito-palpebral ocurre cuando se eleva la presión de la órbita más allá de la resistencia mecánica del septo orbitario y el aire pasa libremente de la órbita al párpado. La presencia de enfisema orbitario-palpebral es útil para descartar la probabilidad de síndrome compartimental, que ocurre cuando la presión del aire orbitario es suficiente para causar compromiso vascular de las estructuras de la órbita, la retina y el nervio óptico. Un sesgo común con el uso de la tomografía para identificar la presencia de aire después de un trauma es que el cuerpo extraño de madera puede simular la presencia de enfisema orbitario.

IV.27 La Tomografía Computarizada

La tomografía computarizada es capaz de estudiar cualquier órgano del cuerpo y su fisiopatología con gran exactitud. Anteriormente se requería un tiempo significativo para realizar estos estudios, los avances tecnológicos han permitido disminuir de forma significativa el tiempo de exploración de manera la tomografía computarizada es el método exploración de imagen de primera elección en múltiples casos de urgencia, particularmente en los pacientes politraumatizados. Dada su velocidad, eficacia y gran resolución espacial, es posible obtener imágenes con un grosor de corte menor a un milímetro. Posiblemente la concentración clínica que más se ha beneficiado de los avances en este campo ha sido la angiografía.

En poco tiempo y de manera no invasiva es posible realizar diagnósticos clínicamente notables como aneurismas, fistulas, isquemia o fracturas. Entonces, gracias al progreso en este campo de la radiología, la tomografía

computarizada es considerada no solo como una técnica de estudio, sino también como una herramienta de diagnóstico que sirve para planificar y manejar de forma mínimamente invasiva ciertas patologías causadas en varias condiciones, pero en particular el trauma.

Para poder entender el impacto que ha tenido la tomografía en la práctica clínica debemos acordarnos de la utilidad de las técnicas de postprocesamiento. Efectivamente, uno de los aspectos más revolucionarios en el campo de diagnóstico por imágenes ha sido la capacidad de obtener imágenes tridimensionales y realizar estudios volumétricos. Es así que la tomografía computarizada ha pasado de interpretar imágenes axiales puras a valorar volúmenes completos que pueden ser reconstruidos en cualquier plano. La adquisición de imágenes en TC sigue siendo transversal pura, y las reconstrucciones multiplanares se consiguen en el postprocesamiento. Desde la llegada de los equipos multicorte este método de reconstrucción multiplanar se realiza de rutina para evaluar los estudios. Todo esto se logra debido a la elevada resolución espacial y a la capacidad multicorte del equipo que adquiere imágenes isotrópicas de gran calidad diagnóstica.

Se encuentran otras técnicas de postprocesamiento como las proyecciones de máxima o mínima intensidad, las reconstrucciones de sombreado de superficie, o reconstrucciones de muestreo de volumen. Todas estas se efectúan una vez que terminen las exploraciones iniciales. Una gran ventaja es que permiten interpretar la relación de los órganos con respecto a las estructuras anatómicas adyacentes con mayor precisión. Las técnicas de postprocesamiento son indispensables para los imagenólogos ya que los detalles que estos aportan superan aquellos disponibles nada más con imágenes axiales. Con el tiempo ha aumentado el número de clínicos que optan por técnicas postprocesamiento en sus indicaciones de tomografía, como ocurre en la tomografía de orbita; en esta casi siempre se demanda una reconstrucción coronal.

IV. 28 Historia de la Tomografía Computarizada

El primer artículo detallando la nueva técnica basada en rayos x que llegaría ser conocida como tomografía axial computarizada fue publicado por primera vez en el British Journal of Radiology por el ingeniero Sir Godfrey Hounsfield. Esta técnica fue desarrollada a partir de una teoría matemática descrita una década antes por A.M. Cormack y su aplicación inicial consistía en dividir la cabeza en distintas secciones o tajadas e irradiarlas cada una por sus bordes; esta nueva pericia permitió que la radiación ionizada fuese confinada dentro de un segmento o porción definida sin verse alterada por las variaciones o artefactos del material a ambos lados de la tajada.

Este nuevo aparato superaba las limitaciones de la radiografía convencional empezando por la obtención de una imagen tridimensional que anteriormente solo se podía apreciar en dos planos, además de poder ver más allá de la superposición de objetos.

Las técnicas de tomografía buscaban sobresalir las limitaciones que se consideraban obvias en la radiología convencional. Empezando por el inconveniente de demostrar toda la información contenida en una escena tridimensional, en una imagen radiológica de dos dimensiones debido a la superposición antes descrita; por otro lado, la capacidad limitada para diferenciar tejido celular subcutáneo; por último, la dificultad de cuantificar la densidad de los tejidos estudiados.

Los laboratorios EMI desarrollaron el primer escáner con el cual fueron obtenidas las imágenes tomográficas iniciales, las mismas fueron reconstruidas con una resolución espacial disminuida, una matriz de 80x80 pixeles, y tardaba prácticamente nueve horas para abarcar el encéfalo humano. El primer escáner comercializado fue en 1973 y se llamó el EMI Mark I, y a pesar de que obtenía imágenes con una muy baja resolución de espacio comparadas con los estándares de la actualidad, representó una revolución en el campo de la radiología.

En aquellos tomógrafos de la generación inicial, se producían rayos paralelos debido a un movimiento de traslación en el eje largo del objeto, y este proceso era repetido con pequeños aumentos rotacionales hasta barrer unos ciento ochenta grados. Ya cuando llegaron los equipos de segunda generación trabajaban bajo un principio combinado de traslación-rotación muy similar a este; por otro lado, el proceso de obtención se tornó un más rápido debido que estos utilizaban un mayor número de detectores, y una fuente emisora rayos en forma de abanico que aprovechaba mejor la potencia de los rayos X emitidos.

La necesidad de encontrar un tiempo de adquisición más rápido de las imágenes condujo a que se perdiera el movimiento de traslación; así, surgieron los aparatos de una tercera generación, en el año 1975. En este arquetipo particular de escáneres, el detector y el tubo de rayos X rotan de manera simultaneo, envolviendo el paciente con un haz de radiación en forma de abanico. Los prototipos iniciales de esta tercera generación constaban de arreglos unidimensionales con hasta 250 detectores y eran capaces de tener tiempos de adquisición de hasta tan sólo 5 segundos. Aunque fue un triunfo considerable en cuanto a los nuevos tiempos de adquisición, igual se enfrentaban un inconveniente: debido a que los tubos de rayos X están sólidamente incorporados a los detectores, cada uno de estos detectores sólo puede computar los rayos que pasan a una distancia determinada del eje de rotación, esto dependiendo de la localización en si del detector en el arreglo. Cualquier falla en la calibración de un detector con respecto a los otros, se devuelve a lo largo de estos rayos, y como consecuencia se forma un artefacto de morfología anular o en anillo en las imágenes que se reconstruyen. Otro problema, además, es la dispersión aleatoria de los rayos X, que es producida por dichas proyecciones en forma de abanico.

Ya para el año 1976, salieron al mercado los tomógrafos de cuarta generación, que fundamentaban en un arreglo fijo de detectores en forma de ribete o anular, que rodeaban al paciente completamente, de manera que la rotación se limita al tubo de rayos X. En este caso, cada detector era capaz de medir rayos que se ubicaran a cualquiera distancia del eje de rotación y podía ser calibrado dinámicamente, lo que impedía la apariencia de artefactos

anulares. Sin embargo, el tamaño preciso del anillo que se necesitaba para conservar una distancia adecuada entre la piel del paciente y el origen de rayos X, y el número de detectores requeridos para alcanzar una resolución espacial pasable, condicionaron que el costo de este diseño fuera especialmente elevado.

La tomografía por rayo de electrones (Electron Beam CT u EBCT) fue introducida en el 1980, siendo esta la pionera de la quinta generación de equipos. Este presentaba un nuevo factor innovador en cuanto a los problemas de sus predecesores, debido a que utiliza un diseño sin rotación, donde un rayo de electrones conduce un barrido a lo largo de cuatro placas en forma de semicírculo que rodean al paciente. La mejor que ofreció este escáner fue una resolución temporal suficientemente alta para tomar imágenes del miocardio. No obstante, este equipo vino con dos grandes perjuicios: la trayectoria del rayo está restringida a un arco de 220 grados, y a un plano que no concuerda con el de sus detectores; y, además, no pueden incluirse colimadores anti-dispersión por la misma razón antes mencionada, el detector no rotaba. Con el fin de lograr una alta resolución espacial y temporal, investigadores de la Clínica Mayo construyeron el DSR (Dynamic Spatial Reconstructor), que podía adquirir hasta 60 cortes volumétricos por segundo y generando datos de hasta 3 Gb en solo 20 segundos. Este equipo, muy avanzado de las capacidades técnicas para esos tiempos, constaba con 14 fuentes de rayos X. Sin embargo, cabe resaltar que nunca salió al mercado debido a que pesaba más de 15 toneladas y costaba millones de dólares.

Por gran parte de la década de los ochenta, no surgieron muchas innovaciones en la tomografía computarizada, lo que conllevó la especulación de que esta área de investigación ya no era de interés, en especial con la llegada de la resonancia magnética. Empero, el año 1989 resultó ser un año decisivo, con la llegada de la sexta generación, cuando Kalender y sus colaboradores concibieron la tomografía helicoidal.

La tomografía helicoidal (o en espiral) es basada en el diseño de los modelos de tercera generación, pero se define por el movimiento continuo de la camilla a través de un gantry, que es una parte del tomógrafo que hace una

rotación continua y que contiene el tubo de rayos X al igual que detectores. Estos tomógrafos efectúan las mediciones en los márgenes de la tajada y, como es preciso evaluar el valor adecuado al interior de la misma, demandan la interposición de tajadas en el eje z. Esta noción consiente un registro expeditivo de las regiones de interés a lo largo del eje z, en ciertas situaciones, durante una sola respiración mantenida del paciente, permitiendo la adquisición de imágenes de aquellas vísceras en movimiento como el corazón. Uno de los factores más significativos en la tomografía helicoidal es el pitch, que relaciona la distancia d (en mm) que se desliza la camilla en una rotación del gantry, y el grosor e (en mm) dado por el colimador. Por lo general, el pitch se encuentra entre 1 y 1.5, para certificar una buena cobertura del paciente en estudio y, por igual, impedir que las tajadas sean intercaladas entre puntos muy distantes.

La capacidad de escanear viseras y otras porciones de la anatomía de forma continua, en un corto período de tiempo, señaló las ventajas de esta improvisación. No obstante, en la tomografía helicoidal, los tubos de rayos X podían sobrecalentarse, en especial cuando se buscaba una mayor resolución espacial con cortes más finos. Este hecho indujo el desarrollo de nuevos diseños, esta vez con detectores múltiples y, en 1998, llevó a la creación de nuevos modelos de séptima generación: tomógrafos multicorte o multi-detectores. Estos aparatos se definen, principalmente, por tener arreglos de múltiples dimensiones con distintas líneas de detectores, también basadas en los equipos de tercera generación, si bien, en este caso, en lugar de un rayo en carácter de abanico, el rayo tiene forma de cono. Así, se pueden recopilar datos adecuados a varias cortes de manera simultánea y, por lo tal, reducen la cantidad de rotaciones que debe realizar el tubo de rayos X para darle cobertura una región anatómica en específico.

IV.29 Principios Físicos de la Tomografía

El tubo de rayos X está formado por un ánodo, un cátodo y una fuente de potencia. El cátodo es, por lo general, un filamento conformado del elemento tungsteno, el cual se sobrecalienta y sube la energía potencial de los electrones de tal manera para que se libren del átomo. Los electrones se activan y aceleran en dirección hacia el ánodo, gracias a la diferencia de potencial que existe entre

la misma y el cátodo; por lo tal, logran obtener una cantidad significativa de energía cinética. Cuando estos electrones colisionan con el filamento de tungsteno que está presente en el ánodo, pierden su energía cinética, ya sea a través de excitación, ionización o radiación (en la cual energía es empleada para generar un fotón directamente). Los rayos X propios, se crean cuando se origina la emisión de un fotón, luego de que se llenan los vacíos producidos mediante los dos primeros mecanismos mencionados anteriormente. De forma contraria, los rayos X de Bremsstrahlung se crean gracias a la radiación y en un espectro continuo, a diferencia de los clásicos, que se generan en bandas definidas de energía.

La energía emitida en los rayos X de Bremsstrahlung es proporcional a la cercanía del electrón al núcleo, y está definida por el potencial del tubo de rayos X. La posibilidad de que un electrón choque claramente con el núcleo, mengua linealmente con el incremento de la energía. Por esto, el espectro de Bremsstrahlung tiene una forma de triángulo. No obstante, las radiaciones de energía muy baja son filtrados por el material del ánodo y poseen una mayor probabilidad de no desplazarse del tubo.

El coeficiente de atenuación lineal depende directamente de la capacidad de un material para frenar fotones, y es proporcional al número atómico del elemento y su densidad, mientras que se relaciona de manera inversa con la energía. Esta variable μ depende de dos modelos elementales de interacción de los rayos X con la materia: el efecto fotoeléctrico y Compton. Este último es predominante en las partes blandas y está caracterizado por la absorción de parte de la energía del fotón incidente, y el resto es invertido en la salida de un electrón de mucha energía y la dispersión de un fotón de menos energía. El efecto fotoeléctrico se encuentra en materiales de alta densidad, y, a pesar de que también se caracterizan porque el fotón incidente causa la salida de un electrón y la elaboración de un fotón de menor energía, la diferencia, con respecto a Compton, reside en que este fotón se dispersa, gracias a que un electrón de las capas más externas se desplaza hacia una más interna, y no hay absorción de energía. La posibilidad de estas interacciones, disminuye a medida que la energía fotónica se aparta de la energía de unión de la capa K.

Cuando el coeficiente de atenuación lineal de un material se eleva, más blanco saldrá este en la imagen, y viceversa los materiales con bajo μ filtran mayor cantidad de rayos X, y por lo tal se ven más negros en la imagen. Por otra parte, es esencial recordar que los fotones dispersados contribuyen de aspecto negativo al contraste de la imagen, ya que alteran la energía y dirección de los rayos incidentes.

Por suerte existen varios mecanismos para disminuir la cantidad de dispersión de electrones tales como el uso de colimadores para conseguir que el rayo sea menos amplio, recurrir a una película antidispersión que sólo permita el paso de los rayos paralelos a dichos colimadores, y, por último, reducir el campo de visión FOV o tamaño de la región que se está registrando.

Otro fenómeno que debe ser tomado en cuenta es el endurecimiento del rayo, que no es nada más que el incremento paulatino en la energía efectiva de los espectros poli cromáticos, cuando penetran más hondamente en el material. Esto acontece debido a que los fotones de poca energía son más atenuados fácilmente, y logra que el mismo tejido, a mayor profundidad, tenga un menor coeficiente de atenuación. Por ende, un objeto conformado del mismo material se apreciará más oscuro en el centro (menor μ), y más claro en la borde de la imagen (mayor μ). Con el propósito de arreglar este artefacto se propuso el uso de una caja llena de agua para corregir este fenómeno de endurecimiento. Lo que lograba era medir el μ resultante del paso del rayo a través de agua y diferenciarla con el obtenido con el rayo que pasaba a través de esta con la del paciente. Consecutivamente, calculaba un μ equivalente a la diferencia entre ambas medidas y aplicaba un factor de corrección. Por esta razón y debido al hecho de que las diferencias entre los coeficientes de atenuación de distintos materiales son muy pequeñas se crearon las unidades Hounsfield.

IV.30 Efectos de la radiación por tomografía

Las dosis de radiación empleada en la tomografía computarizada puede ser la principal razón por la cual se limita la cantidad de referencias clínicas para estudio.

Hay que destacar que los riesgos de desarrollar secuelas oncológicas como consecuencia de la radiación siguen siendo materia de amplia discusión. Empezando por el hecho de que necesario comprometer la calidad de las imágenes adquiridas y la dosis de radiación, intentando conseguir la mejor calidad diagnóstica para el imagenólogo, que resulte en la mejor opción para el paciente, y es un hecho que el beneficio puede ser incluso mayor al riesgo. Por otro lado, actualmente se están investigando maneras de medir las dosis de radiación del modo más exacto. Por último, diferentes estudios han demostrado ser discordantes. Por un lado, el estudio más citado para valorar los peligros de la radiación se fundamentó en datos de los sobrevivientes de las bombas atómicas en Japón con exposición a radiaciones menor a 50 mSv, similares a las obtenidas por tomografía computarizada. De lo contrario un estudio que centenario evaluó a radiólogos del Reino Unido, para evaluar la exposición a radiación acumulada, demostrando que no había ninguna relación estadística significativa entre muertes por cáncer y muertes por otras patologías.

Los riesgos asociados a la tomografía han creado gran controversia, dando lugar a la formulación de tablas que señalan las dosis máximas de radiación a las que pueden ser expuestos los pacientes cuando se realizan estudios tomográficos con escáner multi-detector. Dichos estudios no desconocen la eficacia de la técnica, sino que resaltan que deben de indicarse de manera responsable, evitando tomografías superfluas, así como modificando adecuadamente los protocolos en la población pediátrica, que es la más sensible a los efectos de radiación.

V. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variables	Concepto	Indicador	Escala
Hallazgos de trauma orbitario diagnosticados por tomografía computada	Resultados de la impresión diagnostica en los reportes clínicos de tomografía computada en trauma orbitario.	Fracturas	Numeral
		Hematoma	
		Luxación	
		Herniación	
		Fistula	
		Cuerpo extraño	
		Colección	
		Enfisema	
		Hemoseno	
		Estallido Ocular	
		Hemorragia Vitrea	
		Exoftalmos	
Enoftalmos			
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la realización del estudio	Años cumplidos	Numérica
Sexo	Sexo consignado en reporte clínico de paciente.	Femenino	Nominal
		Masculino	
Orbita	Cada una de las cavidades faciales situadas debajo del hueso frontal y por encima de los senos maxilares en las cuales se alojan los ojos y sus anexos.	Derecho	Nominal
		Izquierdo	
		Bilateral	
Mes	Unidad de periodo de tiempo en que se divide un	Enero Febrero	Nominal

	año calendario comprendido entre 28 y 31 días.	Marzo Abril Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre Noviembre Diciembre	
--	---	---	--

VI. ASPECTOS METODOLOGICOS

VI.1.1. Tipo de estudio

Este es un estudio descriptivo transversal, ya que se limita a hacer inferencias a partir de información recogida de fuentes clínicas en un periodo establecido de tiempo, específicamente de enero a diciembre del año 2018. El objetivo principal del mismo es identificar variables de prevalencia en el problema de estudio, describiendo la asociación entre dos o más de estas sin adjudicar una relación causal entre ellas.

VI.2. Ubicación

Esta investigación se llevó a cabo en el Centro de Educación Medica de Amistad Dominico-Japonesa, ubicada en la Ciudad Sanitaria Dr. Luis Eduardo Aybar, Localizado en el Distrito Nacional, Republica Dominicana. La delimitación geográfica del centro se encuentra al Norte de la calle Osvaldo Bazil; al Este la Avenida Albert Thomas; al Sur la calle Federico Velásquez; al Oeste la calle Federico Bermúdez.

VI.3. Población y muestra

Como universo o población de esta investigación fueron tomados todos los pacientes referidos al Centro de Educación Médica de Amistad Dominico-Japonesa (CEMADOJA), referidos por trauma, para realizarse tomografía orbitaria, durante el periodo enero-diciembre 2018, correspondiendo a un total de 257 pacientes.

VI.4. Criterios de inclusión

En este estudio fueron incluidos todos aquellos pacientes referidos a este centro con trauma orbitario para la realización de tomografías de órbita, durante el periodo enero-diciembre 2018.

VI.5. Criterios de exclusión

Fueron excluidos todas aquellas patologías orbitarias cuya etiología primaria no corresponda a traumatismos, así como pacientes que no cumplen con el criterio de delimitación temporal seleccionada.

VI.6. Instrumento de recolección de la información

Para la recolección de datos se elaboró un instrumento en el cual se recopilan los indicadores necesarios descritos en la operacionalización de variables, con la finalidad de sintetizar y categorizar los datos obtenidos.

VI.7. Procedimiento

Fueron revisados cada uno de los expedientes de los pacientes que cumplían con los criterios de inclusión, los cuales posteriormente fueron revisados y clasificados de acuerdo a los hallazgos, y así, posteriormente analizar y concluir dicha investigación.

VI.8. Tabulación

Las informaciones recopiladas para este estudio fueron procesadas con el método de palotes, de los cuales fueron construidas tablas de porcentajes y frecuencias, acompañados de descripciones detalladas de los datos obtenidos. Para tales fines se utilizaron las herramientas de los programas Microsoft Office Word® y Microsoft Office Excel® bajo la plataforma Windows 7.

VI.9. Aspectos éticos de la investigación

Se declara que en este trabajo de investigación no se han violentado los derechos de los pacientes, ni se ha divulgado su información personal. Se declara además que no existen conflictos de intereses entre la investigadora y la forma de obtención de estos.

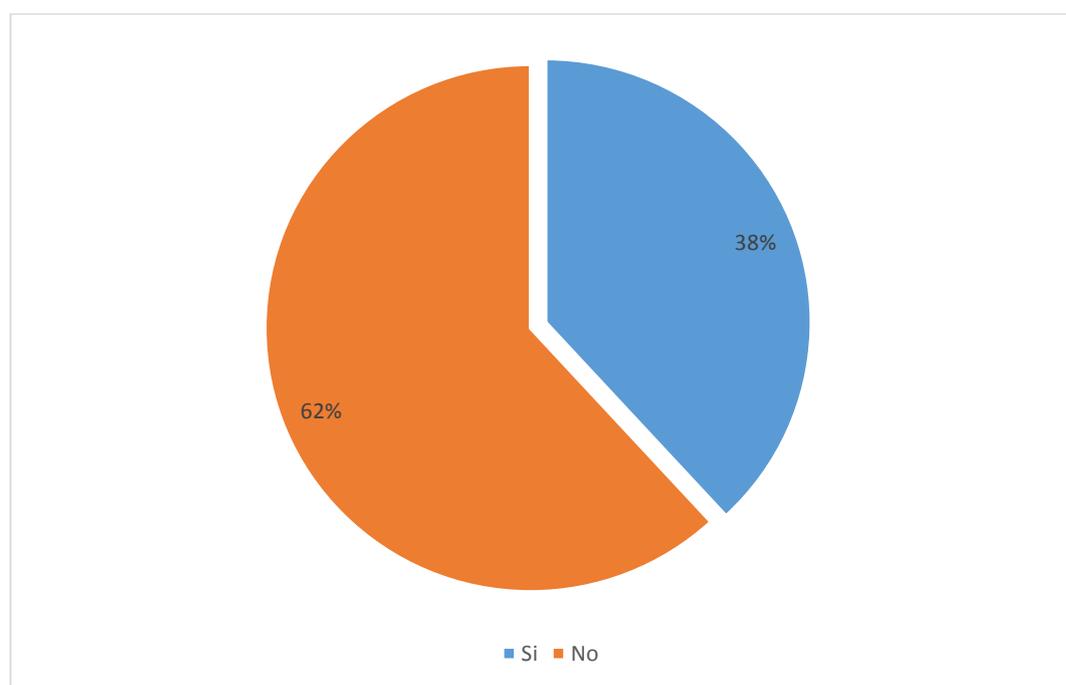
VII. PRESENTACION DE DATOS.

Tabla 1. Distribución de casos de tomografía computarizada de orbita

Hallazgos de Trauma	Pacientes	Porcentaje
Si	257	38%
No	417	62%
Total	674	100%

Fuente: Informes de tomografía computarizada de orbita en el Centro de Educación Médica de Amistad Dominico-japonesa, enero-diciembre 2018.

Gráfico No.1 Distribución de casos de tomografía computarizada de orbita



Fuente: Cuadro No. 1

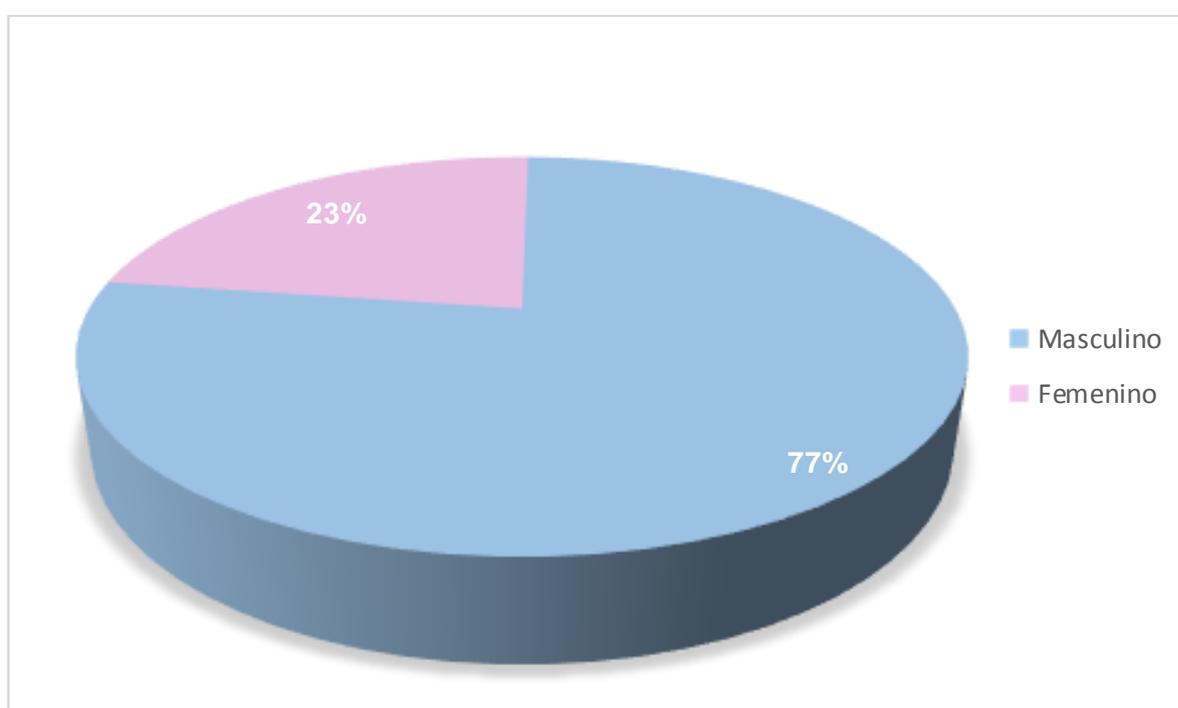
De los 674 pacientes referidos al Centro de Educación Médica y Amistad Dominico Japonesa para realizarse una tomografía computarizada de orbita durante el periodo de enero a diciembre 2018 se encontró que en el 38 por ciento tenia hallazgos de trauma, mientras que en el 62 por ciento correspondía a otras etiologías.

Tabla 2. Sexo de los pacientes con hallazgos de trauma

Variables	Pacientes	Por ciento
Masculino	198	77%
Femenino	59	23%
Total	257	100%

Fuente: Fuente: Informes de tomografía computarizada de orbita en el Centro de Educación Médica de Amistad Dominico-japonesa, enero-diciembre 2018.

Gráfico No. 2 Sexo de los pacientes con hallazgos de trauma



Fuente: Tabla 2.

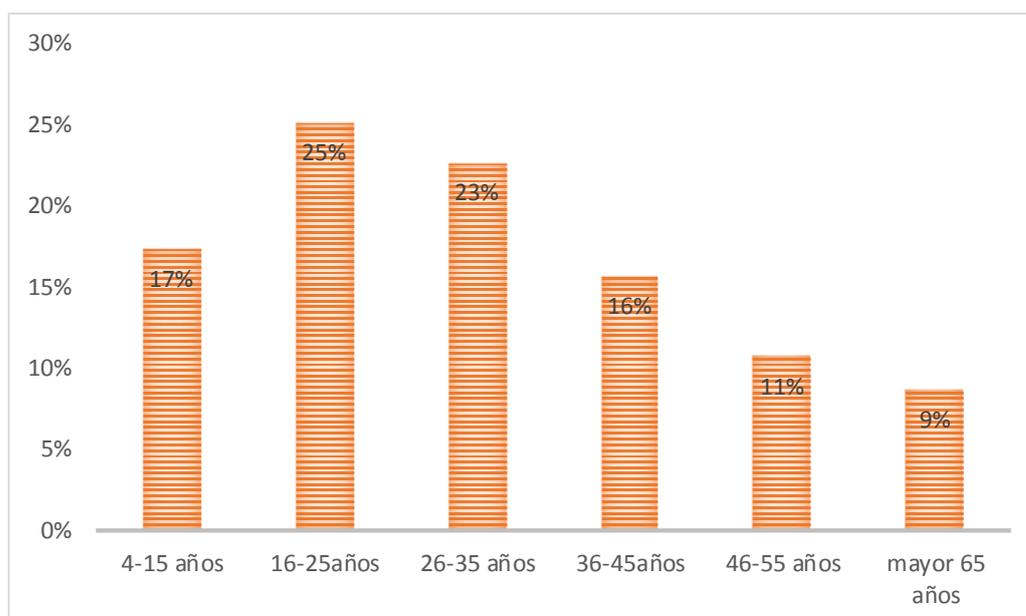
De un total de 257 casos que reunieron los criterios de inclusión para este estudio el 77 por ciento de estos correspondían al sexo masculino, mientras que el 23 por ciento eran del sexo femenino.

Tabla 3. Edad de los pacientes con hallazgos de trauma por tomografía computarizada de orbita

Variables	Pacientes	Por ciento
4-15 años	42	17%
16-25 años	61	25%
26-35 años	55	23%
36-45 años	38	16%
46-55 años	26	11%
mayor 65 años	21	9%
Total	243	100%

Fuente: Informes de tomografía computarizada de orbita en el Centro de Educación Médica de Amistad Dominicano-japonesa, enero-diciembre 2018.

Gráfico No. 3 Edad de los pacientes con hallazgos de trauma por tomografía computarizada de orbita



Fuente: Tabla 3.

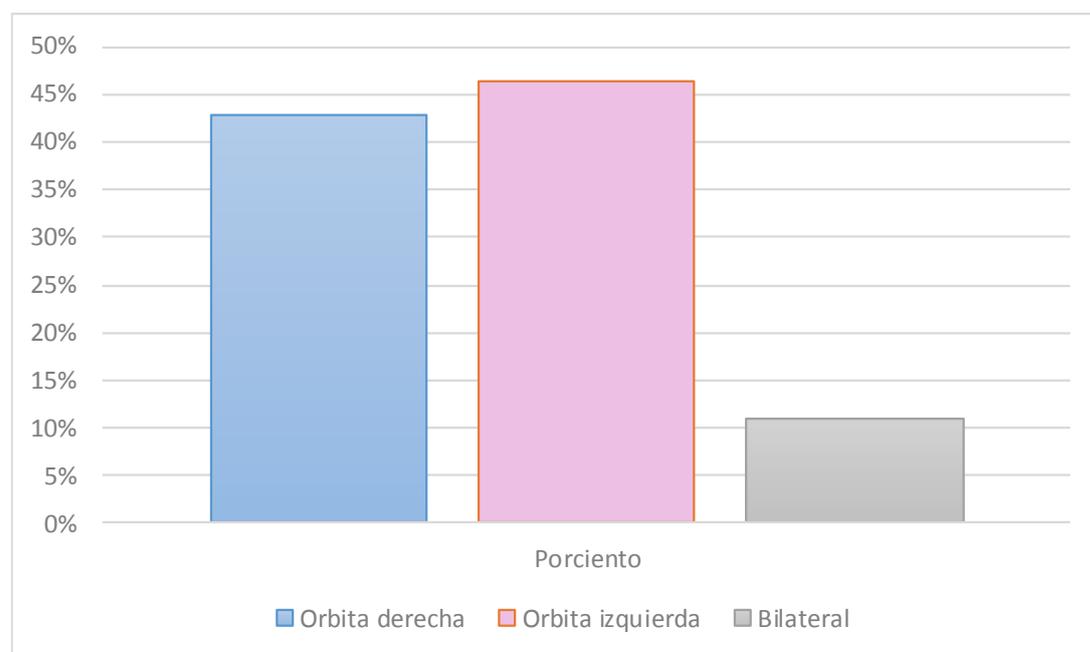
De los casos reportados que fueron utilizados en este estudio el 25 por ciento pertenecían al grupo etario de los 15-25 años, seguido por los de 26-35 años que dominaban el 23 por ciento del total. Aquellos pacientes cuyo rango de edad correspondían desde los 4-15 años, así como de los 36-45 años formaron el 17 y 16 por ciento de los casos, respectivamente. Los pacientes de 46-55 años formaron el 11 por ciento del total, y los mayores de 65 años completan el 9 por ciento restante.

Tabla. 4 Orbita afectada en los pacientes con hallazgos de trauma

Variables	Pacientes	Por ciento
Orbita derecha	110	43%
Orbita izquierda	119	46%
Orbita Bilateral	28	11%
Total	257	100%

Fuente: Informes de tomografía computarizada de orbita en el Centro de Educación Médica de Amistad Domínic-japonesa, enero-diciembre 2018.

Gráfico No. 4 Orbita afectada en los pacientes con hallazgos de trauma



Fuente: tabla.4

En cuanto a los 257 pacientes con hallazgos de trauma evaluados por tomografía de orbita en el periodo de enero a diciembre 2018, 46 por ciento de estos presentaron trauma a la órbita izquierda, mientras que el 43 por ciento implicaron a la órbita derecha. El 11 por ciento restante presentó hallazgos simultáneos en ambas orbitas.

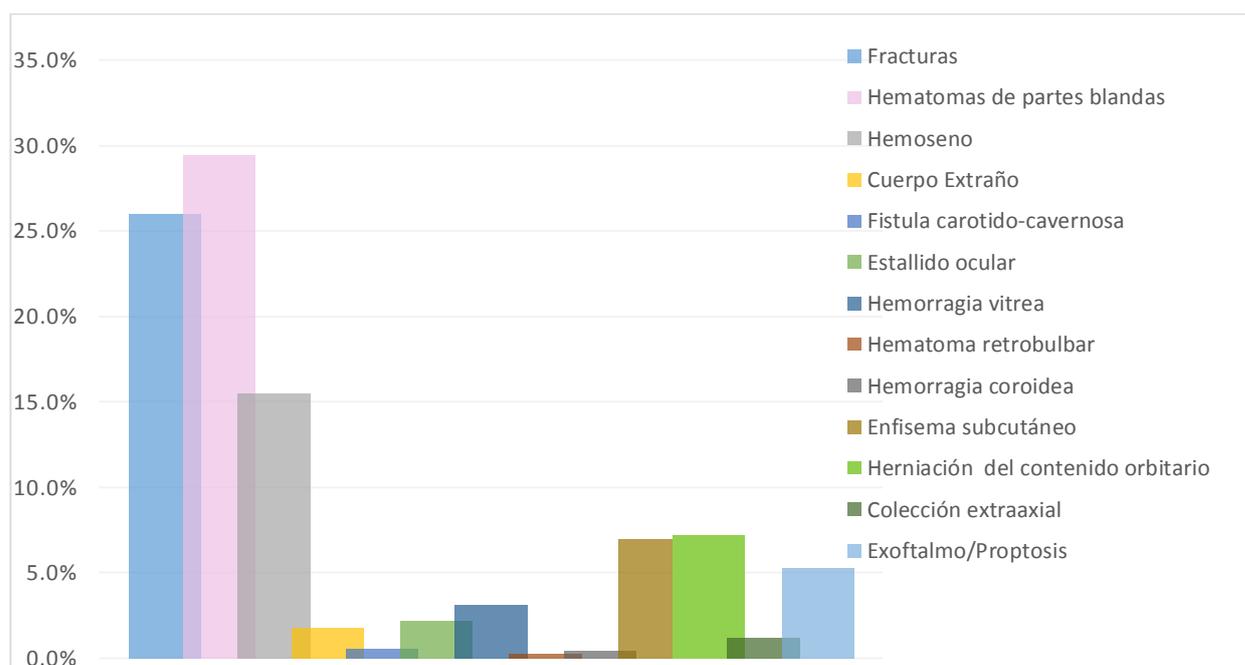
Tabla. 5 Tipología de hallazgos reportados en informes clínicos

Variables	Pacientes	Por ciento
Fracturas	191	26.0%
Hematomas de partes blandas	216	29.4%
Hemoseno	114	15.5%
Cuerpo Extraño	13	1.8%
Fistula carotido-cavernosa	4	0.5%
Estallido ocular	16	2.2%
Hemorragia vitrea	23	3.1%
Hematoma retrobulbar	2	0.3%
Hemorragia coroidea	3	0.4%
Enfisema subcutáneo	51	6.9%
Herniación del contenido orbitario	53	7.2%
Colección extraaxial	9	1.2%
Exoftalmos/Proptosis	39	5.3%
Total	734	100.0%

Fuente:

Informes de tomografía computarizada de orbita en el Centro de Educación Médica de Amistad Dominico-japonesa, enero-diciembre 2018.

Grafico No. 5 Tipología de hallazgos reportados en informes clínicos



Fuente: tabla. 5

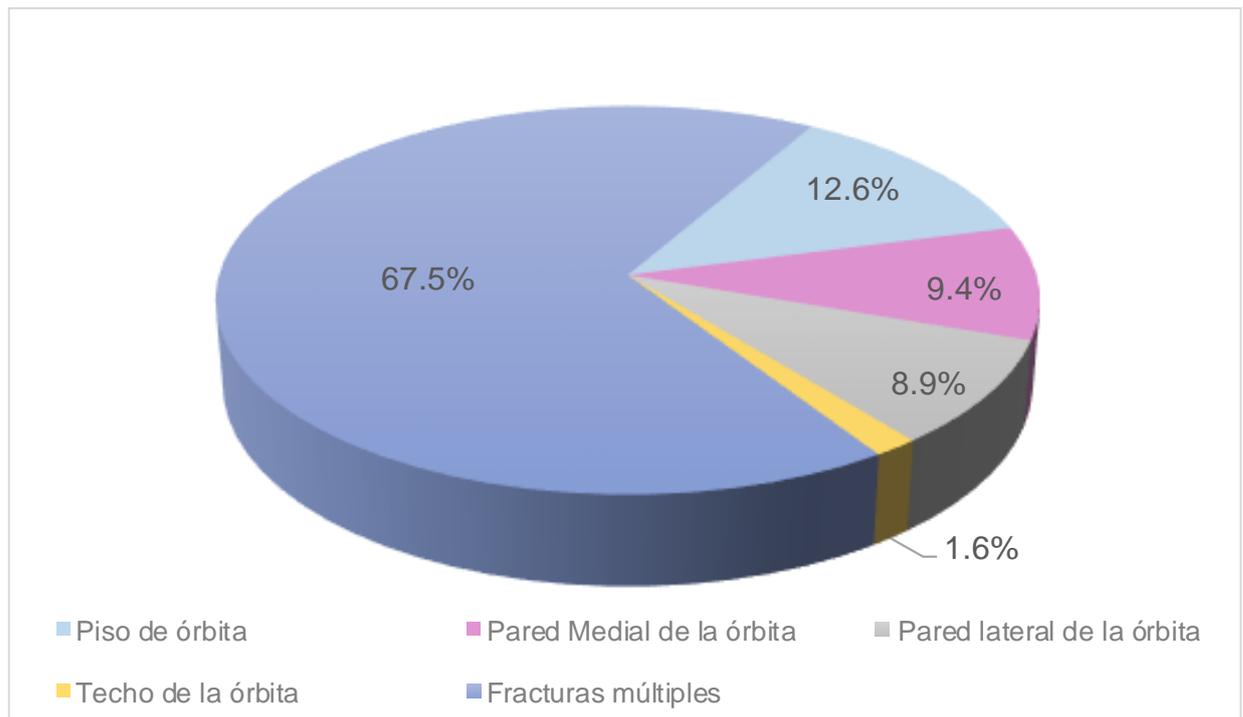
De los 257 casos incluidos en este estudio, en el cual se tomaron en cuenta 13 variables distintas de hallazgos, se encontraron 734 hallazgos en la cantidad especificada de casos (muchos de los cuales coexistían de manera simultánea en un mismo paciente). 29.4 por ciento de estos casos presentaron hematoma de partes blandas, seguidos de cerca por 26 por ciento de los mismo con fracturas. En segundo plano se encontró hemoeno en 15.5 por ciento de los pacientes, herniación del contenido orbitario en 7.2 por ciento, enfisema subcutáneo en el 6.9 por ciento de los casos, exoftalmos en 5.3 por ciento y hemorragia vítrea en el 3.1 por ciento. Los demás hallazgos en total representan menos del 6.4 por ciento de todos los casos.

Tabla. 6 Fracturas de orbita según pared involucrada

Variables	Pacientes	Por ciento
Piso de la órbita	24	12.6%
Pared Medial de la órbita	18	9.4%
Pared Lateral de la órbita	17	8.9%
Techo de la órbita	3	1.6%
Fracturas múltiples	129	67.5%
Total	191	100.0%

Fuente: Informes de tomografía computarizada de orbita en el Centro de Educación Médica de Amistad Dominico-japonesa, enero-diciembre 2018.

Grafico No. 6 Fracturas de orbita según pared involucrada



Fuente: tabla No.6

De los 191 casos de fractura identificados en la población de 257 pacientes (correspondiente a un 26% del total), se especifica que el 67.5 por ciento de estas mismas involucraban más de una pared de orbita (denominadas, por lo tal como fracturas múltiples). De las demás fracturas aisladas, el 12.6 por ciento pertenecía al piso de la órbita, el 9.4 por ciento a su pared medial, el 8.9% a su lateral y tan solo 1.6 por ciento al techo de la órbita.

VIII. ANALISIS DE LOS RESULTADOS.

Tras un análisis adecuado a partir de los datos recopilados en este estudio se demuestra que los hallazgos más comunes de trauma orbitario diagnosticados por tomografía computada en el Centro De Educación Medica Amistad Dominico Japonesa de enero a diciembre 2018 fueron el hematoma de partes blandas que abarcaba el 29.4 por ciento de los casos estudiados, seguido por las fracturas orbitarias con el 26 por ciento del total evaluado. Esto va de acorde a la literatura revisada, de las cuales varias fuentes distintas identifican este como el descubrimiento más frecuente. Una de estas fuentes es investigación del Hospital Central Militar de México en el 2004 por Rodríguez-Perales, Pou-López y Villagra-Siles donde 176 pacientes fueron referidos por trauma y el 39 por ciento de estos presentaban fractura orbitaria.

Sin embargo, este dato no se corroboró con aquellos de un estudio realizado en el 2012 por el servicio de diagnósticos por imágenes del Hospital Universitario Austral, Pilar, en Buenos Aires, Argentina. En dicha investigación, realizada en un periodo de 12 meses desde junio 2011 a junio 2012 se afirmó que en este departamento se realizaron un total de 167 tomografías, de las cuales solo 25 presentaron fracturas (correspondiente a un 14 por ciento de la población delimitada). En el servicio del Centro De Educación Medica Amistad Dominico Japonesa la muestra global de todos los estudios fue de 674; de estos, 191 presentaron fracturas, correspondientes a un 28 por ciento.

Cabe destacar que, de los textos revisados, ninguno de estos citó los hematomas como una entidad independiente a las fracturas; esto último es una singularidad en los reportes del Centro De Educación Medica Amistad Dominico Japonesa. Este dato es significativo ya que en muchas instancias de trauma el único hallazgo pertinente es la afectación de partes blandas y no debería dejarse de prestar atención a este hecho.

En nuestro estudio se encontró que las fracturas más comunes involucraban dos o más paredes de la órbita (denominadas fracturas múltiples o combinadas). Este tipo de fractura se le atribuyó el 67.5 por ciento de la población estudiada. Esta cifra fue muy similar a las encontradas en el estudio argentino ya referido, en cual 60 por ciento de los casos referían fracturas

combinadas. En cuanto a las fracturas aisladas la información adquirida en este estudio también coincide con la de múltiples investigaciones realizadas en que el piso de la órbita es el más afectado en el trauma orbitario. Este es el caso del estudio argentino, así como el de la Dra. Morales Navarro publicado en La Habana, Cuba en el 2017 y otro conducido en el Centro Medico ISSEMYM en Metepec, Estado de México en el mismo año.

La orbita izquierda fue la más afectada de los casos estudiados en el Centro De Educación Medica Amistad Dominico Japonesa abarcando el 46 por ciento del total de casos, en contraste con el 43 por ciento en la órbita derecha y un 11 por ciento bilateral. Esto coincide con el estudio de Buenos Aires, donde el 48 por ciento de los casos involucraban el ojo izquierdo, mientras que el derecho era afectado en un 44 por ciento, y el 8 por ciento restante era bilateral. Sin embargo, ambos estudios contradicen los hallazgos de Rodríguez-Perales, Pou-López y Villagra-Siles de México. Estos descubrieron que la mayor cantidad de casos fueron del lado derecho con un 45 por ciento, mientras que el lado izquierdo fue afectado en 39 por ciento, y ambos lados en un 15 por ciento.

De los estudios mencionados anteriormente que tuvieron lugar en Buenos Aires, Argentina, el Hospital Central Militar de México, y el Centro Médico ISSEMYM de México, se demostró mayor prevalencia de trauma orbitario en el sexo masculino. El estudio argentino refirió que un 80 por ciento eran masculinos, el Hospital Central Militar de México reveló una cifra similar con un 89 por ciento, y el del Centro Medico ISSEMYM mantuvo un 85 por ciento. En el servicio del Centro De Educación Medica Amistad Dominico Japonesa se demostró un porcentaje levemente inferior con el 77 por ciento de la población de estudio correspondiendo al sexo masculino. Siendo notorio que, a pesar de que los casos en este centro aun sean de predominio masculino, hay mayor número de femeninas afectadas que en los estudios mexicanos y el argentino ya mencionado.

Con respecto a los grupos etarios que más presentaron hallazgos de trauma, el 25 por ciento de estos tenían edades que correspondían desde los 16 a 25 años, y un 23 por ciento pertenecían del grupo de 26 a 35 años. La edad media de los pacientes estudiados fue de 27 años. En el estudio del Hospital Universitario Austral de Buenos Aires en el 2011 la edad media fue de 31 años mientras que en Hospital Central Militar de México en el 2004 la edad media fue de 33 años.

IX. CONCLUSIONES.

El trauma constituye una de las razones principales para la indicación de estudios radiológicos de la órbita. En la mayoría de los casos, se trata de una emergencia que puede comprometer la visión del paciente y es necesario actuar con precisión y rapidez. La tomografía de orbita es la herramienta de elección para estos casos, comprobando su eficacia tanto en su velocidad de adquisición de imágenes, así como en su alta sensibilidad para identificar fracturas y lesiones ocultas. En el servicio de Diagnóstico por Imágenes del Centro De Educación Medica Amistad Dominico Japonesa, un 38 por ciento de todas las tomografías de orbita realizados durante periodo de enero a diciembre 2018 presentaron hallazgos de trauma. Esta es una cifra significativa que denota la importancia de conocer la anatomía, mecanismo del trauma y tipo de lesión con el propósito de poder brindar un diagnóstico rápido, certero y lo más exacto posible en estos casos urgentes.

Este estudio mostró que la órbita más afectada fue la izquierda, y hallazgo más común en situaciones de trauma es el hematoma de partes blandas periorbitario, a los cuales se atribuían un 29.4 por ciento de todos los hallazgos en la recopilación de casos. Esto fue seguido en incidencia por fracturas a la región orbitaria, que representaron un 26 por ciento de los casos. Estos datos son concordantes ya que en todos los casos de fractura se evidenciaban hematomas, pero lo contrario no siempre era cierto. Sin embargo, no es menos relevante que ante la presencia de un hematoma siempre ha de descartarse la existencia de una discontinuidad ósea.

A estos dos les sigue el hemoeseno, el enfisema subcutáneo, la proptosis y la herniación del contenido orbitario. Las dos primeras son hallazgos fuera de la cavidad orbitaria, mientras que los demás tienen una relación estrecha con las fracturas. Esto continúa resaltando la importancia de no limitar la evaluación de estos casos a tan solo el contenido orbitario y de siempre valorar la extensión y el trazo de una fractura.

En cuanto a las fracturas en sí, el 67.5 por ciento de los casos trataban de fracturas múltiples de la pared orbitaria en lugar de la fractura aislada de una sola pared. De las fracturas aisladas, la más común pertenecía al piso de la

órbita. Esto presta a considerar los mecanismos de alta energía que pudieron estar involucrados en estos casos; los cuales, desafortunadamente, no se detallan en las historias clínicas que se envían junto a los expedientes de estos pacientes. Este último dato limita la valoración de estos casos y ofusca la búsqueda de lesiones particulares y poco visibles que se le pueden escapar al radiólogo.

El género más afectado, de acuerdo a nuestro estudio, fue el masculino. Este correspondió al 77 de todos los casos estudiados, con una relación de 3:1 sobre el género femenino. A pesar de que existe una discrepancia considerable en cuanto al sexo femenino, es necesario considerar el factor etiológico detrás de esto. Es posible que muchos de estos casos se vean vinculados a situaciones de agresión física y accidentes de motocicletas; estos dos tienden a ser más prevalentes en los hombres que en las mujeres.

También encontramos que aquellos pacientes con edades de 16 a 25 años conforman la población con mayor riesgo de sufrir trauma orbitario, seguido muy de cerca por aquellos adultos de 26 a 35 años. Esto figura un dato alarmante ya que aquí se componen las edades de productividad estudiantil y laboral.

Con este estudio se da a conocer la experiencia en trauma orbitario en pacientes atendidos en el servicio de Diagnóstico por Imágenes del Centro de Educación Médica Amistad Dominico Japonesa. Tratando con esto de ofrecer mayor información con respecto al trauma orbitario en esta población. Ya que su conocimiento puede orientar acerca del manejo sistémico de estos casos.

Por último, el beneficio de este estudio radica en la cantidad de datos clínicos compilados, los cuales pueden ser de gran ventaja para desarrollar protocolos diagnósticos para la evaluación de trauma orbitario. Consecuentemente esto ayudará la intervención de estos casos por parte de las especialidades que procuran estas pruebas de imágenes, tales como los servicios de oftalmología y cirugía máxilo-facial; todo con el propósito de garantizar el mejor resultado para el paciente.

De acuerdo a lo anterior se pone a consideración de los investigadores las recomendaciones siguientes:

- Establecer un protocolo diagnóstico para la evaluación concisa y manejo rápido de estos casos.
- Darles seguimiento a estos después de su reporte inicial para verificar la fiabilidad del diagnóstico y fortalecer los criterios de evaluación.
- En el registro de historias clínicas, siempre incluir el mecanismo u etiología de trauma.

X. REFERENCIAS.

1. Kubal WS. Imaging of orbital trauma. *Radiographics* 2008; 28:1729-39.
2. Hopper RA, Salemy S, Sze RW. Diagnosis of midface fractures with CT: what the surgeon needs to know. *Radiographics* 2006; 26:783-93.
3. Smoker WRK, Gentry LR, Yee NK, Reede DL, Nerad JA. Vascular Lesions of the Orbit: More than Meets the Eye. *RadioGraphics* 2008; 28:185–204.
4. Rothfus WE. Traumatismo e infección orbital. En: Latchaw RE, ed. *Diagnóstico por Imagen en resonancia magnética y tomografía computada de cabeza, cuello y columna*. Barcelona: Mosby-Yearbook; 1991:831-44
5. Boyette JR, Pemberton JD, Bonilla-Velez J. Management of orbital fractures: challenges and solutions. *Clin Ophthalmol*. 2015; 9:2 127-37.
6. Pérez Llanes, Alexander. Trauma anexial, orbitario y del aparato lagrimal. *Revista Cubana de Oftalmología*, 25 (Supl. 2), 2012 508-517
7. Ochoa J. Fracturas de órbita. *Gac Med Caracas* 1996; 104:206-28.
8. Tomich G, Baigorria P, Orlando N, Méjico M, Costamagna C, Villavicencio
9. RL. Frecuencia y tipo de fracturas en traumatismos maxilofaciales. Evaluación con tomografía multislice con reconstrucciones multiplanares y tridimensionales. *Rev Argent Radiol* 2011; 75:305-17.
10. Inuma T, Hirota Y, Ishio K. Orbital wall fractures: conventional views and CT. *Rhinology* 1994; 32: 81–83

11. Bidaguren Urbietta A, Barbier Herrero L. Fracturas orbitomales. En: Martín Granizo López R, López Davis A, eds. Cirugía oral y maxilofacial. Madrid: Panamericana; 2012:237-50.
12. Manolidis S, Weeks BH, Kirby M, Scarlett M, Hollier L. Classification and management of orbital fractures: experience with 111 orbital reconstructions. *J Craniofac Surg* 2002; 13:726-37
13. Mafee MF, Karimi A, Shah J, et al. Anatomy and pathology of the eye: role of MR imaging and CT. *Neuroimaging Clin N Am* 2005; 15: 23–47
14. Novelline RA, Liebig T, Jordan J, et al. Computed tomography of ocular trauma. *Emerg Radiol* 1994; 1: 56–67.
15. Charlin R, Pacheco P, Villarroel F, Urbina F. Fístula carótido-cavernosa: importancia de su diagnóstico y tratamiento oportunos para prevenir la ceguera. *Rev Méd Chile* 2004; 132: 1221-1226.
16. Arey ML, Mootha VV, Whittemore AR, et al. Computed tomography in the diagnosis of occult open globe injuries. *Ophthalmology* 2007; 114: 1448–1452
17. Go JL, Vu VN, Lee KJ, Becker TS. Orbital trauma. *Neuroimaging Clin N Am* 2002; 12: 311–324.
18. Wichmann W, Müller-Forell W. Anatomy of the visual system. *Eur J Radiol.* 2004;49:8–30
19. Thelen J, Bhatt A, Bhatt A. Patología orbitaria urgente: lo que el radiólogo debe conocer *Emergency Radiology.* 2017; 24:1-8
20. Rodríguez-Perales MA, Pou-López VC, Villagra-Siles E. Fracturas de la órbita manejadas por el Servicio de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza

y Cuello del Hospital Central Militar. Experiencia en cinco años. An Orl Mex 2004; 48(3):8-15

21. Reyes, Juan Marcelo, García Vargas, María Fernanda, Rosenvasser, Jonathan, Arocena, María Asunción, Medina, Ana Josefina, & Funes, Jorge. (2013). Clasificación y caracterización epidemiológica de las fracturas orbitarias diagnosticadas mediante tomografía computada. Revista argentina de radiología, 77
22. Morales Navarro, Denia. (2017). Fracturas orbitarias. Revista Cubana de Estomatología, 54(4), 1-16.
23. Medina VA. Lesiones óculo-orbitarias en pacientes con traumatismo craneofacial. Rev Mex Oftalmol. 2005;79(3):155-8.
24. Pacheco, P. y Capeans, C. (1998). Desprendimiento de la Retina traumático. En: Capeans C. desprendimiento de La Retina y Vitreorretinopatía proliferante. Allergan. Pp 187-228

XI. ANEXOS.

XI.1. Cronograma

ACTIVIDAD	FECHA
Selección del tema	Agosto 2018
Búsqueda de referencias	Agosto 2018- febrero 2019
Elaboración del anteproyecto	Marzo-mayo 2019
Sometimiento y aprobación	Mayo 2019
Revisión de expedientes clínicos	Marzo-junio 2019
Tabulación y análisis de la información	Junio 2019
Redacción del informe	Junio 2019
Revisión del informe	Julio 2019
Encuadernación	Julio 2019
Presentación	Julio 2019

XI.3. Costos y recursos

XI.3.1. Humanos			
1 (una) sustentante o investigadora, Dos asesores (metodológico y clínico) Estadígrafo, Digitador, Residentes de Imagenología y Secretaria.			
XI.3.2. Equipos y materiales	Cantidad	Precio	Total
Papel bond 20 (8 1/2 x 11)	3 resmas	120	360.00
Papel Mistique	3 resmas	80.00	240.00
Lápices	3 unidades	10.00	20.00
Borras	2 unidades	5.00	10.00
Bolígrafos	3 unidades	10.00	20.00
Sacapuntas	1 unidad	12.00	12.00
Computador Hardware: Lenovo Z70 Windows 7			
Presentación: Sony SVGA/VPL-SC2 Digital data projector	1 unidad	2,500.00	2,500.00
Cartuchos Epson stylus 440	2 unidades	1800.00	3600.00
XII.3. Información			
Adquisición de libros, revistas			
Otros documentos			
Referencias (ver referencias)			
XI.3.4. Económicos			
Papelería (copias)	1000 copias	00.75	750.00
Encuadernación	12 informes	250.00	3,000.00
Alimentación			5,000.00
Transporte			4,000.00
Imprevistos			2,000.00
			Total
			21,532.00

XI.4. Evaluación

Sustentante:

Dra. Lorianny Raquel Simó Pérez

Asesores:

Dra. Claridania Rodríguez
Asesor metodológico

Dra. Niraima Peguero
Asesor clínico

Jurado:

Dra. Fernanda Encarnación

Dra. Erika Monegro

Dra. Aydeli de la Rosa

Autoridades:

Dra. Magdalena Ortíz
Coordinadora residencia de
Imagenología

Dra. Magdalena Ortíz
Jefa Departamento Imágenes

Dra. Glendis Ozuna Feliciano
Jefa de Consejo de Enseñanza e Investigaciones
Ciudad Sanitaria Dr. Luis Eduardo Aybar

Dra. Claridania Rodríguez
Coordinadora Unidad de Posgrado
de la Facultad de Ciencias de la
Salud UNPHU

Dr. William Duke
Decano de la Facultad de Ciencias
de la Salud UNPHU

Fecha de presentación: _____

Calificación: _____