



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

CARRERA DE MEDICINA

TEMA:

**EFICACIA DE LA OXIGENOTERAPIA HIPERBÁRICA EN RETARDO DE LA
CONSOLIDACIÓN ÓSEA EN PACIENTES DE ENTRE 25 A 65 AÑOS EN EL
HOSPITAL GENERAL NAVAL DE GUAYAQUIL ENTRE LOS AÑOS 2009 –
2019.**

AUTOR:

GAIBOR CHICA, VICTOR GABRIEL

**Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de:
MÉDICO**

TUTOR:

Dr. VILLAO RODRÍGUEZ, LUIS ALEJANDRO

**Guayaquil, Ecuador
3 de Mayo del 2020**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
CARRERA DE MEDICINA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Gaibor Chica, Victor Gabriel**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Eficacia de la oxigenoterapia hiperbárica en retardo de la consolidación ósea en pacientes de entre 25 a 65 años en el Hospital General Naval de Guayaquil entre los años 2009 – 2019** previo a la obtención del Título de **Médico**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 3 días del mes de Mayo del año 2020

EL AUTOR

f. _____

Gaibor Chica, Victor Gabriel



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
CARRERA DE MEDICINA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Gaibor Chica, Victor Gabriel**, como requerimiento para la obtención del Título de **Médico**.

TUTOR

f. _____

Dr. Villao Rodríguez, Luis Alejandro

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Dr. Aguirre Martínez, Juan Luis, Mgs.

Guayaquil, a los 3 días del mes de Mayo del año 2020



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
CARRERA DE MEDICINA**

AUTORIZACIÓN

Yo, **Gaibor Chica, Víctor Gabriel**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Eficacia de la oxigenoterapia hiperbárica en retardo de la consolidación ósea en pacientes de entre 25 a 65 años en el Hospital General Naval de Guayaquil entre los años 2009 – 2019**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

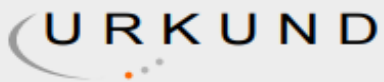
Guayaquil, a los 3 días del mes de Mayo del año 2020

EL AUTOR:

f. _____

Gaibor Chica, Víctor Gabriel

Reporte de Urkund:



Urkund Analysis Result

Analysed Document: TESIS GAIBOR CHICA VICTOR PROM 64.docx (D67513043)
Submitted: 4/4/2020 1:27:00 AM
Submitted By: victorgabriel3@hotmail.com
Significance: 0 %

Sources included in the report:

Instances where selected sources appear:

0

Gaibor Chica, Victor Gabriel.

Agradecimientos:

Agradezco a Dios haberme permitido llegar hasta aquí, por haberme dado luz en los momentos que tanto necesite a lo largo de toda esta carrera y a lo largo de mi vida en general. También agradezco a mi mamá María Elena Chica Mata, a mi abuelita Marciana Delfina Mata Arias, a mi tía María Amabilia Chica Mata, a mi tío Eduardo Segundo Segovia Chica, a mi padre Victor Manuel Gaibor Flores y a todos los demás miembros de mi familia que siempre me apoyaron y me impulsaron a seguir adelante. Mención especial también para los docentes que marcaron mi carrera, el Dr. Xavier Martínez Alvarado y el Dr. Ángel Segale Bajaña los cuales tuve la oportunidad de conocerlos tanto dentro como fuera del ámbito profesional y son personas excepcionales de las cuales se puede aprender día a día. Gracias.

Dedicatoria:

Dedico esta investigación principalmente a María Elena Chica Mata, no solo por ser mi madre sino también mi amiga, consejera y mentora durante toda mi vida, sin ella nada de esto sería posible. A mi abue por seguir a mi lado orgullosa de todo en lo que me he convertido y a mi padre Victor Manuel Gaibor Flores que en paz descansa, por todo su apoyo y sus consejos de vida, sin duda un hombre que reflejaba alegría y sabiduría en cada momento que compartía. Finalmente, pero no menos importante a Dios, por haberme guiado en cada paso de mi vida.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
CARRERA DE MEDICINA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____
Dr. Vásquez Cedeño, Diego Antonio.
DOCENTE

f. _____
Dr. Arroba Raymondi, Luis Fernando.
DOCENTE

Índice

RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO 1	3
MARCO TEÓRICO	3
1. RETARDO DE CONSOLIDACIÓN:	3
1.1 <i>Definición:</i>	3
1.2 <i>Epidemiología:</i>	3
1.3 <i>Factores de riesgo:</i>	3
1.4 <i>Etiología:</i>	4
1.5 <i>Fisiopatología:</i>	4
1.6 <i>Cuadro Clínico:</i>	5
1.7 <i>Tratamiento:</i>	5
2. OXIGENOTERAPIA HIPERBÁRICA	6
2.1 <i>Definición</i>	6
2.2 <i>Generalidades biofísicas y bioquímicas de la oxigenoterapia hiperbárica</i>	7
2.3 <i>¿En qué pacientes se aplica?</i>	8
2.4 <i>Indicaciones</i>	8
2.5 <i>Contraindicaciones</i>	9
2.6 <i>Efectos Adversos</i>	9
3. EFECTOS TERAPÉUTICOS DE LA OXIGENOTERAPIA HIPERBÁRICA EN PACIENTES CON RETARDO DE LA CONSOLIDACIÓN ÓSEA	9
3.1 <i>Evidencia</i>	11
CAPÍTULO 2	12
MATERIALES Y MÉTODOS	12
CAPÍTULO 3	17
RESULTADOS	17
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	24
CAPÍTULO 4	25
DISCUSIÓN	25
CONCLUSIÓN	26
CAPÍTULO 5	27
RECOMENDACIONES	27
ANEXOS	28
BIBLIOGRAFÍA	36

Resumen

Introducción: El retardo de consolidación ósea corresponde al 5 al 10% de las complicaciones que se producen en las fracturas, su etiopatogenia es multifactorial, pero se debe principalmente al bajo aporte sanguíneo y la hipoxigenación consecuente de la zona de la fractura. No se han realizado estudios recientes que comprueben directamente la eficacia de la oxigenoterapia hiperbárica sobre esta patología, pero si sobre la consolidación ósea.

Metodología: Se realizó un estudio observacional, retrospectivo y analítico de corte transversal en el Hospital General Naval de Guayaquil para demostrar la eficacia del uso de oxigenoterapia hiperbárica (OHB) en pacientes que presentaron retardo de consolidación ósea. **Resultados:** De una muestra de 48

pacientes con retardo de consolidación ósea, se realizó una prueba de Chi² entre la terapéutica aplicada con oxígeno hiperbárico donde se obtuvo un valor $p = 0.0008$ con una evolución favorable en el 71% de los pacientes en relación con el número de sesiones. También se realizó una prueba de Wilcoxon para determinar el grado de consolidación pre y post tratamiento con oxigenoterapia hiperbárica de la cual se obtuvo un valor $p = 0.0001$ además de observar mejoría clínica evidenciada por el grado de consolidación post tratamiento, IV/V en un 42% y V/V en un 54% respectivamente post tratamiento con OHB. **Conclusión:** Se observó que existe una relación estadísticamente significativa entre el uso de OHB y la mejoría clínica y radiológica de los pacientes con retardo de consolidación ósea.

Palabras Clave: Oxigenación hiperbárica, fracturas no consolidadas, traumatología.

Abstract

Introduction: The delay in bone consolidation corresponds to 5 to 10% of the complications that occur in fractures, its etiopathogenesis is multifactorial, but it is mainly due to the low blood supply and the consequent hypoxxygenation of the fracture area. There have been no recent studies that directly verify the efficacy of hyperbaric oxygen therapy on this pathology, but on bone consolidation.

Methodology: An observational, retrospective and analytical cross-sectional study was carried out at the General Naval Hospital of Guayaquil to demonstrate the efficacy of the use of hyperbaric oxygen therapy (OHB) in patients who presented delayed bone consolidation. **Results:** From a sample of 48 patients with delayed bone consolidation, a Chi2 test was performed among the therapeutics applied with hyperbaric oxygen, where a value of $p = 0.0008$ was obtained, with a favorable evolution in 71% of the patients in relation to the number of sessions. A Wilcoxon test was also performed to determine the degree of consolidation before and after treatment with hyperbaric oxygen therapy, from which a p -value = 0.0001 was obtained, in addition to observing clinical improvement evidenced by the degree of consolidation after treatment, IV / V in 42 % and V / V in 54% respectively after OHB treatment. **Conclusion:** It was observed that there is a statistically significant relationship between the use of OHB and the clinical and radiological improvement of patients with delayed bone consolidation.

Keywords: Hyperbaric oxygenation, fractures, ununited, traumatology

Introducción

El retardo de consolidación ósea es la principal complicación de fracturas en las que el proceso normal de formación de hueso se ve comprometido, prolongando el tiempo de resolución de la fractura. Aproximadamente el 10 % de todos los pacientes que sufren fracturas presentan retardo de consolidación. En Estados Unidos ocurren anualmente cerca de 2 millones de fracturas de las cuales 100.000 (5%) presentan retardo de consolidación. Su incidencia está sujeta a diferentes factores de riesgo y etiologías siendo de estas últimas las más importantes la severidad de la fractura y el fallo terapéutico de la fractura. (1)

La oxigenoterapia hiperbárica (OHB) es una modalidad terapéutica que consiste en aplicar oxígeno a través del sistema respiratorio a presiones atmosféricas superiores a las normales con el fin de aumentar las presiones parciales de oxígeno sanguíneo y tisular ya sea para compensar una deficiencia de oxígeno o para reclutar efectos terapéuticos del oxígeno a presiones superiores a 1.4 atmósferas absolutas (ATA), mediante el uso de una cámara hiperbárica. Estudios demuestran que el uso de oxigenoterapia hiperbárica en pacientes con fracturas promueve la angiogénesis y osificación del sitio de la fractura acelerando así el proceso de consolidación ósea por lo tanto los pacientes con retardo de consolidación son un grupo tributario al uso de esta diana terapéutica.(2) (3)

Capítulo 1

Marco teórico

1. Retardo de Consolidación:

1.1 Definición:

Se puede definir al retardo de consolidación óseo como un estado de consolidación activo el cual persiste más de 8 semanas hasta 9 meses sin resolución de la fractura posterior la terapéutica aplicada, por lo tanto, se considera que la consolidación progresa, pero más lentamente de lo normal. (4)
(5)

1.2 Epidemiología:

El retardo de consolidación corresponde a la complicación más frecuente en fracturas graves con un 55% de incidencia y con 25% en pacientes con mal manejo terapéutico de fracturas. Anualmente en Estados Unidos se presentan cerca de dos millones de casos de fracturas de toda índole de los cuales cerca de 100.000 casos presentan retardo de consolidación. En el Reino Unido hay aproximadamente 850.000 nuevos casos de fracturas en adultos cada año de los cuales el 18,4% presentan retardo de consolidación.(4) (6)

1.3 Factores de riesgo:

Los principales factores de riesgo implicados en el retardo de consolidación son, la edad, el sexo, obesidad, el tabaquismo, el estado nutricional y el uso prolongado de medicamentos (antiinflamatorios no esteroideos y fluoroquinolonas).(4) También existen enfermedades concomitantes que pueden predisponer a presentar retardo de consolidación, entre las más importantes se encuentran, la infección de tejidos blandos, la diabetes mellitus tipo 2, los trastornos de la mineralización ósea donde se encasilla principalmente la osteoporosis y las arteriopatías. (6)

1.4 Etiología:

Las principales causas del retardo de consolidación ósea son, el mal manejo terapéutico de la fractura seguido de la topografía, severidad y el grado de aporte sanguíneo de las mismas las cuales se pueden definir mediante el código internacional de enfermedades en su décima edición (CIE-10) o la clasificación de la asociación para el estudio de la osteosíntesis (AO) para la topografía y la clasificación de Gustilo y Anderson para la severidad, descritas en la Imagen 5 y 6 en el acápite de anexos. Otros factores etiopatogénicos implicados pueden describirse en la Imagen 1. en el acápite de anexos. (4) (7) (8)

1.5 Fisiopatología:

Existen cuatro alteraciones que ocasionan alteraciones en el proceso de consolidación normal de una fractura, el más importante es el grado de aporte sanguíneo debido a que el proceso de consolidación depende de oxígeno para la formación del cartílago hialino en el caso de la osificación secundaria y para la formación y maduración de osteoblastos en la osificación primaria. Dentro de la fisiopatología de la fractura, la distancia de los extremos de la fractura es otro determinante a la hora de producirse la consolidación ósea, la cual debe ser máximo 3 mm de distancia, por ende, las fracturas desplazadas o en conminuta son más susceptibles a presentar retardo de consolidación. Los factores etiológicos nombrados en el punto anterior y descritos en la Imagen 1. causan retardo de consolidación ya que alteran los factores químicos que intervienen en el proceso de consolidación normal, los principales mediadores que se encuentran afectados son, la fibronectina, osteonectina, osteopontina y osteocalcina son proteínas que se encargan de la regulación del trabajo inicial de los osteoblastos al inicio de la osificación del callo de la fractura. Ciertos factores de crecimiento (IL-1, IL-6, TGF- β , PDGF, FGF-I, FGF-II) son fundamentalmente quimiotácticos y/o mitogénicos, y parecen regular la acumulación de células y su proliferación en las fases iniciales de la consolidación. Otros factores (proteínas óseas morfogénicas [BMP], IGF-I, IGF-II) regulan la diferenciación celular en sentido osteoblástico. Las proteínas óseas morfogenéticas más implicadas en el proceso de consolidación son la BMP-2 y la BMP-7 (proteína osteogénica 1 [OP-1]). (5) (9)

Finalmente, una inadecuada estabilización ortopédica de la fractura también puede ocasionar alteraciones de la consolidación del hueso, esto debido a que la aplicación controlada de tensiones en compresión, distracción y cizallamiento (carga controlada del foco de la fractura) favorece la formación de hueso; sin embargo, un exceso de compresión induce la formación de cartílago en lugar de hueso, y un exceso de distracción o cizallamiento, la formación de tejido fibroso.(5) (9)

1.6 Cuadro Clínico

Clínicamente los pacientes con retardo de consolidación se caracterizan por presentar dolor en la zona de fractura al movimiento de la extremidad o al ejercer fuerza, limitación funcional de la extremidad afecta, edema, eritema y secreción serosa en caso de infección perilesional. En cuanto a los criterios radiológicos es característico la presencia del callo hialino hipertrófico, bordes atróficos en la superficie de la fractura y persistencia de la línea de fractura más allá de las 8 semanas hasta los 9 meses posterior a la terapéutica aplicada. (5) (10)

1.7 Tratamiento:

Dos pilares fundamentales constituyen el tratamiento del retardo de consolidación. El primero es la corrección de la causa subyacente del retardo, como se explicó anteriormente la inadecuada estabilización de la fractura es una de las causas de esta patología, por lo tanto, la fijación adecuada será el primer paso en el tratamiento. El segundo es el manejo terapéutico de los factores de riesgo y patologías asociadas al retardo de consolidación y son:

- Orientar al paciente acerca de sus comorbilidades y proponer cambios en el estilo de vida.
- En casos de infecciones de la fractura, la correcta aplicación de la antibioticoterapia.

- Factor nutricional, la utilización de 1 g/kg de proteína y 1-1,5 g de calcio diariamente. Se debe controlar el nivel sérico de 25-hidroxivitamina D (indicador del estatus sistémico de vitamina D): el nivel óptimo es de 30 ng/ml.
- En pacientes con trastornos de la mineralización el uso adecuado de bifosfonatos y calcitriol el cual se da a dosis recomendable es de 0,25-0,50 µg/día por vía oral. (4)
- En pacientes con diabetes mellitus, el control estricto de la hemoglobina glicosilada y de la glicemia, debido a que estudios han demostrado que los altos valores de hemoglobina glicosilada se correlacionan con hipoxia tisular. (11)

Actualmente se proponen otras modalidades de tratamiento. Estudios han demostrado que la utilización de la oxigenoterapia en cámara hiperbárica como tratamiento coadyuvante, no invasivo, contribuye a la mejoría clínica de pacientes con retardo de consolidación al acelerar el proceso de consolidación o al proporcionar otras propiedades terapéuticas gracias a la hiperoxigenación de tejidos. (3)

2. Oxigenoterapia hiperbárica

2.1 Definición

La oxigenoterapia hiperbárica (OHB) es una modalidad terapéutica basada en la utilización de una cámara hiperbárica, para alcanzar una presión arterial de oxígeno superior a 2000 mmHg e incrementar el transporte plasmático de oxígeno 23 veces por encima del valor basal. El objetivo es obtener un aumento en la presión de oxígeno en los tejidos, ya sea para compensar una deficiencia en el suministro de oxígeno o para reclutar efectos especiales de oxígeno a presiones superiores a 1.4 atmósferas absolutas. (12) (13)

Existen dos tipos principales de cámaras hiperbáricas, las cámaras monoplaza que son de uso personalizado y están designadas para realizar tratamientos en condiciones controladas, con un ambiente de oxígeno medicinal a presiones de hasta 3 atmósferas absolutas (ATA) y las cámaras multiplaza que tienen capacidad para varias personas además de la posibilidad de interacción del personal de salud directamente con el paciente, están designadas para realizar tratamientos en un ambiente de aire comprimido respirable a presiones de hasta 6 ATA suministrando el oxígeno a través de un sistema de mascarillas a demanda. (14)

2.2 Generalidades biofísicas y bioquímicas de la oxigenoterapia hiperbárica

Los efectos terapéuticos de la oxigenoterapia hiperbárica están ligados a la relación entre las leyes físicas y la consecuencia que tienen estas sobre los gases corporales y sus efectos bioquímicos. Las principales leyes físicas que se aplican en la terapéutica de la oxigenoterapia hiperbárica son: (15)

Ley de Dalton: Dicta que la presión total ejercida por una mezcla de gases es igual a la suma de las presiones parciales de los gases. (15)

Ley de Boyle Marriotte: Establece que el volumen de un gas contenido en un recipiente es inversamente proporcional a la presión, siempre y cuando la temperatura se mantenga constante. (15)

Ley de Henry: La cual determina que a una temperatura constante la cantidad de gas disuelto en un líquido es directamente proporcional a la presión parcial que ese gas ejerce sobre ese líquido. Cuanto mayor presión parcial del gas sobre ese líquido, mayor cantidad de gas absorbe ese líquido. A menor temperatura aumenta la capacidad del líquido para absorber gases. (15)

Los cambios bioquímicos que se producen son:

- Aumento de la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno a mayor presión parcial
- Aumento de la dilución del oxígeno en el plasma con aumento de la difusión de oxígeno en los tejidos
- Revierte la intoxicación por monóxido de carbono al oxigenar la carboxihemoglobina
- Potencia la actividad mitocondrial y mantiene el metabolismo celular lo que disminuye la producción de radicales libres y el envejecimiento celular
- El aumento del metabolismo celular promueve la proliferación y diferenciación de fibroblastos, aumenta la formación de colágeno y la neovascularización por lo cual promueve la cicatrización de heridas
- La hiperoxia contribuye con la inmunidad del individuo al prolongar la actividad fagocítica de los polimorfonucleares y linfocitos, además de intervenir directamente en los procesos infecciosos por bacterias anaerobias y potenciar el efecto antibiótico frente de a las mismas. (14)

2.3 ¿En qué pacientes se aplica?

El uso de oxigenoterapia hiperbárica está dirigida principalmente a pacientes con enfermedad disbárica y a patologías dependiente de hipoxia, no se excluye ningún grupo poblacional. (16)

2.4 Indicaciones

Las indicaciones aprobadas de la oxigenoterapia hiperbárica según el consenso del European Committee for Hyperbaric Medicine (ECHM) llevado a cabo en Lille, Francia en el 2016 se especifican en la Imagen 2, 3 y 4. en acápite de anexos. (12)

2.5 Contraindicaciones

Según el European Committee for Hyperbaric Medicine (ECHM) llevado a cabo en Lille, Francia en el 2016, actualmente no se reconoce ninguna contraindicación absoluta, si la indicación de OHB es primordial, o relativa en general. Las absolutas contraindicaciones en caso de que la OHB no sea de primera elección son:

- Neumotórax a tensión
- Claustrofobia
- Estatus epilépticos no tratados
- Tratamiento con los siguientes medicamentos: Doxorubicina, Disulfiram y Cisplatino. (12)

2.6 Efectos Adversos

Están relacionados básicamente sobre el efecto del aumento de la presión parcial de los gases en este caso del oxígeno. Se puede nombrar barotraumatismos otorrinolaringológicos, Trastornos pseudorrefractivos reversible, maduración de cataratas, crisis hiperóxicas, toxicidad pulmonar que dada a la profundidad del tratamiento no se presenta ya que se realizaron hasta 2.8 ATA, Accidentes descompresivos muy inusualmente presentados si es que el personal que labora en el Centro hiperbáricos esta correctamente capacitado. En nuestro estudio no se presentó ninguno de estos efectos indeseables referidos. (12)

3. Efectos terapéuticos de la oxigenoterapia hiperbárica en pacientes con retardo de la consolidación ósea

Los protocolos existentes en distintas entidades médicas, así como los establecidos por la sociedad de medicina hiperbárica y subacuática (SMHU), indican la utilización de tratamiento con oxigenación en cámara hiperbárica en patologías ósea que cursan con retardo en el proceso de consolidación ósea. (17)

La pérdida ósea y la posterior reparación son procesos biológicos relacionados con muchas afecciones patológicas que afectan los huesos, como fracturas, osteoporosis, osteoartritis, osteomielitis, osteonecrosis y tumores. El valor del tratamiento con oxigenación hiperbárica ha sido bien establecido en el tratamiento de heridas hipóxicas e isquémicas en las que las tensiones locales de oxígeno son inferiores a las óptimas para la curación. El mayor beneficio de la terapia de oxígeno hiperbárico se logra en situaciones en las que el flujo nutritivo y el suministro de oxígeno al tejido de reparación se ven comprometidos por una lesión o infección local, en la red vascular regional. Por otro lado, el oxígeno hiperbárico parece poseer un potencial angiogénico significativo en los tejidos que sufren de falta crónica de oxígeno. Durante la curación de heridas, la presencia de oxígeno adquiere una importancia adicional debido a la mayor demanda de procesos reparativos como la proliferación celular y la síntesis de colágeno. Además de la generación de superóxido por los leucocitos polimorfonucleares, que es esencial para la destrucción bacteriana. Los tejidos blandos isquémicos también se benefician de la hiperoxigenación a través de la preservación mejorada del metabolismo energético y la reducción del edema. En general, se puede afirmar que cualquier tratamiento que aumente el suministro de oxígeno o evite la hipoperfusión del tejido de la herida tiende a aumentar la tasa de curación y disminuir la susceptibilidad a la infección. La angiogénesis de la herida necesita soporte estromal. Por otro lado, los fibroblastos que suministran el soporte del estroma requieren nutrientes para producir colágeno, fibronectina y proteoglicanos. La formación del colágeno a partir de los fibroblastos tiene lugar en una zona en la que la PO₂ es 20-60 mmHg, estas presiones parciales altas de oxígeno también promueven la formación de factor de crecimiento transformante (TGF), factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF), factor de crecimiento de fibroblastos (FGF), factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF), factor de crecimiento derivado de leucocitos (LDGF) y factor de crecimiento similar a la insulina (IGF-1)) así como también se han encontrado interleuquinas 1, 6 y 8 (IL-1,6,8). (17) (18) (19)

3.1 Evidencia

En la revisión bibliográfica de K.K Jain sobre Oxigenoterapia Hiperbárica en Traumatología y Ortopedia llevado a cabo en el 2016. Se mencionan dos artículos científicos en el primero Strauss y Hart presentaron 20 pacientes con fracturas de huesos largos que fueron tratados con OHB, en el grupo de terapia convencional consolidaron las fracturas en un 75% frente al grupo con OHB que consolidaron las fracturas en 100% en un plazo de 10 días post tratamiento. En el otro estudio Kolontai et al. trataron 295 pacientes con fracturas compuestas en huesos largos combinando antibióticos locales, OHB a 2 – 3 ATA y la intervención quirúrgica correspondiente a la fractura, este esquema terapéutico redujo el riesgo de complicaciones de la fractura entre los cuales se encontraba el retardo de consolidación. (14)

Capítulo 2

Materiales y Métodos

Objetivos

Objetivo general:

“Demostrar la eficacia de la oxigenoterapia hiperbárica en pacientes con retardo de consolidación ósea en el Hospital General Naval de Guayaquil durante los años 2009 a 2019”

Objetivos específicos:

1. Determinar el tiempo de consolidación de las fracturas en pacientes con retardo de consolidación ósea sometidos a oxigenoterapia hiperbárica.
2. Determinar el número y el tiempo de duración de las sesiones de oxigenoterapia hiperbárica necesarias para un efecto terapéutico óptimo en pacientes con retardo de consolidación ósea.
3. Identificar cuantas Atmósferas absolutas (ATA) son necesarias para que la oxigenoterapia hiperbárica sea efectiva en pacientes con retardo de consolidación ósea.
4. Establecer la eficacia mediante el grado de consolidación post oxigenoterapia hiperbárica en pacientes retardo de consolidación ósea.

Hipótesis:

El uso de oxigenoterapia hiperbárica promueve la consolidación ósea en pacientes con retardo de consolidación en los pacientes observados en el Hospital Naval General de Guayaquil durante los años 2009 a 2019.

Diseño del estudio:

Retrospectivo longitudinal y analítico.

Población del estudio:

Pacientes con retardo de consolidación ósea que recibieron oxigenoterapia hiperbárica en el Hospital General Naval de Guayaquil durante los años 2009 a 2019.

Criterios de inclusión:

- Pacientes con fracturas que recibieron las medidas terapéuticas de primera elección y que posteriormente presentaron retardo de consolidación.
- Pacientes con retardo de consolidación que tuvieron mínimo 10 sesiones de OHB en el Hospital General Naval de Guayaquil durante el 2009 hasta el 2019.

Criterios de exclusión:

- Pacientes con historias clínicas incompletas.
- Pacientes con falta de apego al tratamiento con OHB.

Cálculo del tamaño de la muestra:

La muestra finalmente se constituyó por 48 pacientes luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión.

Método de recogida de datos:

Se solicitó al departamento de investigación y estadística del Hospital General Naval de Guayaquil mediante un oficio autorizado por la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, la recolección de datos de historias clínicas de pacientes con fracturas y sus complicaciones correspondientes a los CIE-10 (S42, S52, S62, S72, S82, S92) que se encontrasen en el SIIS (Sistema integrado de información de salud) y en los archivos del departamento de estadística del hospital.

Entrada y gestión informática de datos:

La tabulación de datos estadísticos se realizó en una hoja de cálculo en el programa Microsoft Excel 2019. La entrada y gestión de datos estadístico se realizó mediante el Software Jamovi, versión 1.0.

Estrategia de análisis estadístico:

Se realizó un análisis de frecuencia para las variables categóricas y descriptivo para las cuantitativas. La relación entre variables se hizo mediante el Software Jamovi, versión 1.0

Variables:

VARIABLE	DEFINICIÓN DE LA VARIABLE	TIPO	NIVEL DE MEDICIÓN
Edad	Relación de temporalidad que define el periodo de vida de una persona desde que nace hasta que muere	Cuantitativa Intervalo Discreta	≥ 25 años - ≤ 65 años
Sexo	Condición organicas que distingue los machos de las hembras	Cualitativa Nominal Dicotómica	Masculino Femenino
Factores de riesgo	Factores de riesgo que predisponen al retardo de la consolidación	Cualitativa Nominal Politómica	<ul style="list-style-type: none"> • Obesidad • Tabaquismo • Alcoholismo • Malnutricion • Infeccion de partes blandas • Diabetes Mellitus tipo 2 • Arteriopatias • Trastornos de la mineralización ósea • No presenta
Número de sesiones de cámara hiperbárica	Número de sesiones de oxigenoterapia hiperbárica	Cuantitativa Ordinal Intervalo	<ul style="list-style-type: none"> • 10 - 20 • 21 - 30 • 31 – 40 • 41 – 50 • > 51
Duración de las sesiones de cámara hiperbárica	Tiempo de duración de la sesión de oxigenoterapia hiperbárica	Cualitativa Ordinal Dicotómica	<ul style="list-style-type: none"> • 60 minutos • 90 minutos
Atmósferas Absolutas (ATA)	Número Atmósferas Absolutas a la que se sometió el paciente	Cuantitativa Razón Continua	<ul style="list-style-type: none"> • 2 – 2.4 • 2.5 - 3

CIE-10	Clasificación del código internacional de enfermedades 10ma edición para las fracturas.	Cualitativa Nominal Politómica	<ul style="list-style-type: none"> • S42 • S52 • S62 • S72 • S82 • S92 • M80 • M86 • M87
Topología de la fractura	Criterios de la AO para la clasificación de fracturas.	Cualitativa Ordinal Politómica	<ul style="list-style-type: none"> • 1 = Húmero • 2 = Radio y Cúbito • 2.7 = Carpo • 3 = Fémur • 4 = Tibia y Peroné • 7 = Tarso
Severidad de la fractura	Clasificación de Gustillos y Anderson para la Gravedad de las fracturas	Cualitativa Nominal Politómica	<ul style="list-style-type: none"> • Gustillos I • Gustillos II • Gustillos IIIA • Gustillos IIB • Gustillos III C
Manejo terapéutico	Intervención quirúrgica o no quirúrgica que recibe la fractura	Cualitativa Nominal Politómica	<ul style="list-style-type: none"> • Osteosíntesis con clavo intramedular • Osteosíntesis con placa y tornillo • Osteosíntesis con cerclaje y tornillo • Osteotaxia con tutores externos • Inmovilización con yeso • Inmovilización con férula
Retardo de consolidación clínica	Falta de formación de callo óseo evidenciado en la radiografía de control en ≥ 8 semanas después de haber sido intervenida la fractura	Cualitativa Nominal Dicotómica	Si No
Grado de consolidación pre y post tratamiento con OHB	Grado de consolidación ósea según evolución clínica y radiológica del paciente	Cualitativa Ordinal Politómica	I/V II/V III/V IV/V V/V
Tiempo de consolidación post tratamiento con OHB	Tiempo de recuperación posterior al uso de oxigenoterapia hiperbárica	Cualitativa Nominal Discreta	<ul style="list-style-type: none"> • 1 mes • 2 meses • 3 meses • 4 meses • 5 meses • 6 meses • > 6 meses • No hay consolidación

Capítulo 3

Resultados

La muestra utilizada en este estudio está formada por 48 pacientes con un rango de edad mínimo de 25 años, un máximo de 65 años y una media de 38.9 con una desviación estándar de 12.2. (Tabla 1.)

Descriptiva de la EDAD	
Parámetro	Valor
N	48
Perdidos	0
Media	38.9
Mediana	35
Desviación estándar	12.2
Mínimo	25
Máximo	65

Tabla 1. Fuente: Hospital General Naval de Guayaquil. Autor: Victor Gaibor Chica, 2020.

Dentro de la muestra de 48 pacientes, 36 (75%) fueron de sexo masculino y 12 (36%) de sexo femenino. La distribución de los casos de pacientes con retardo de consolidación por años fue la siguiente: 2009 6 (13%), 2010 9 (19%), 2011 2(4%), 2012 1 (2%), 2013 3 (6%), 2014 2 (4%), 2016 3 (6%), 2017 9 (19%), 2018 8 (17%), 2019 5 (10%).

Los factores de riesgo que se encontraron por pacientes fueron, alcoholismo 9 (19%), obesidad 7 (15%), trastornos de mineralización ósea 6 (13%), diabetes

mellitus tipo 2 5 (10%), tabaquismo 5 (10%), malnutrición 3 (6%), infección de partes blandas 2 (4%).

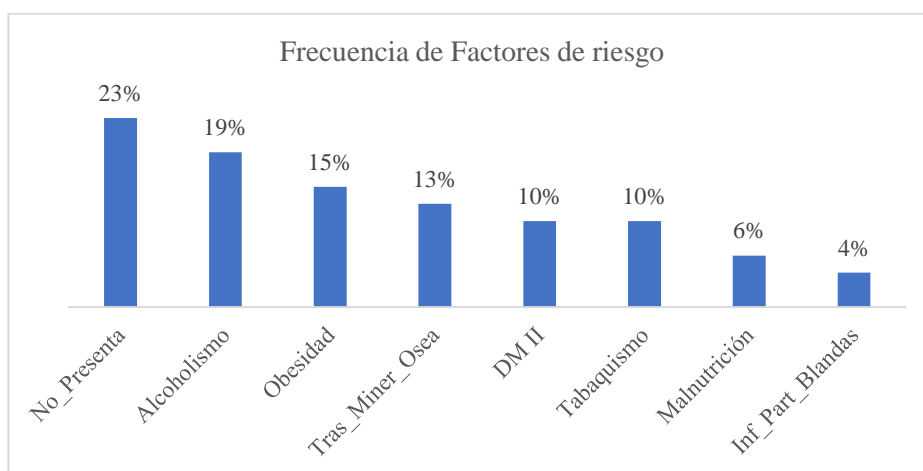


Gráfico 1. Fuente: Hospital General Naval de Guayaquil. Autor: Victor Gaibor Chica, 2020.

En el grado de frecuencia de retardo de consolidación según fracturas en la muestra de pacientes se observó que: S72G se conforma de 16 pacientes y representa un (33%) de la muestra, S82G 13 (27%), S92G 11 (23%), S52G 4 (8%), S42G 2 (4%) y S62G 2 (4%).

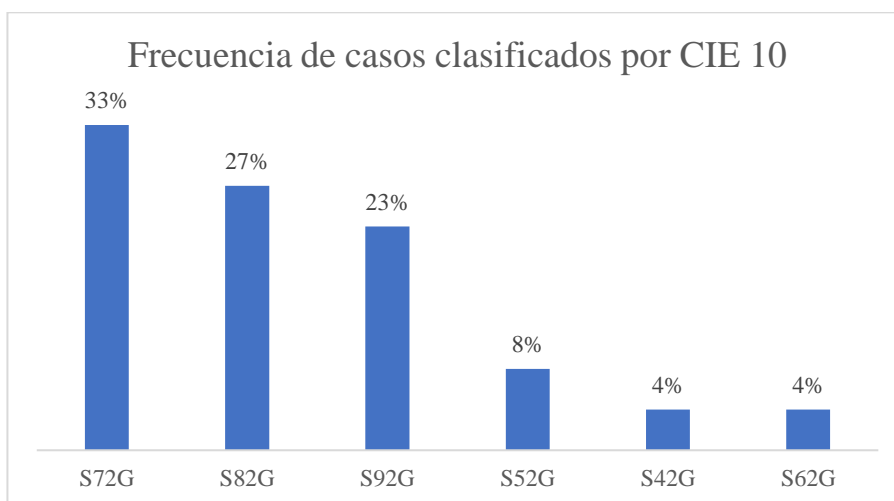


Gráfico 2. Fuente: Hospital General Naval de Guayaquil. Autor: Victor Gaibor Chica, 2020.

De los 48 pacientes del estudio, 38 (79%) no presentaron criterios de gravedad, 5 (10%) presentaron Gustilo I, otro 5 (10%) Gustilo II y los demás pacientes de

la muestra 38 (79%) no presentaron criterios de gravedad según la calificación de Gustilo y Anderson para la gravedad de las fracturas.

Gravedad	Frecuencia	% del Total
GUSTILO I	5	10%
GUSTILO II	5	10%
NO APLICA	38	79%
Suma	48	

Tabla 2. Fuente: Hospital General Naval de Guayaquil. Autor: Victor Gaibor Chica, 2020.

Dentro de los manejos terapéuticos de los pacientes de la muestra se encontró que: 18 (38%) se realizó osteosíntesis con clavo intramedular, 13 (27%) osteosíntesis con placa y tornillos, 9 (19%) inmovilización con yeso, 4 (8%) osteotomía con tutores externos, 3 (6%) inmovilización con férula, 1 (2%) inmovilización con tornillos y cerclaje.

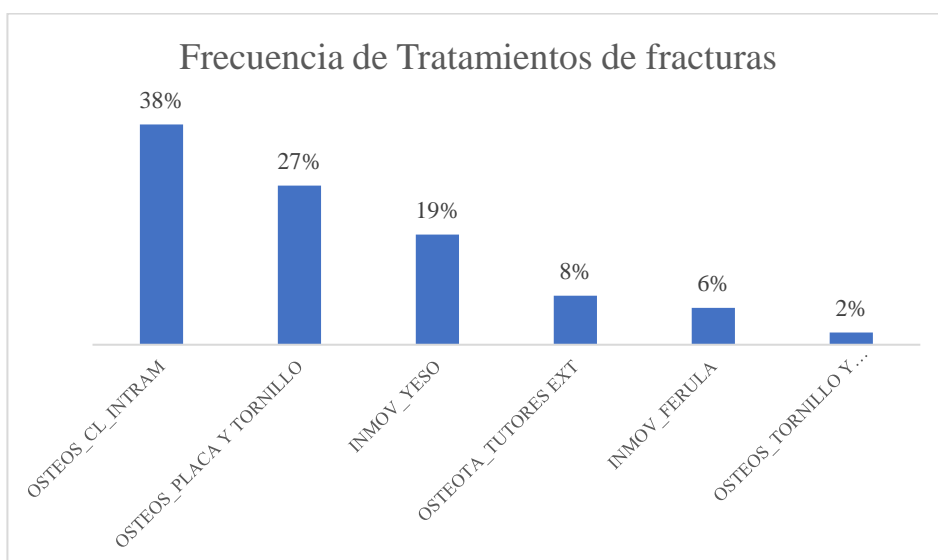


Gráfico 3. Fuente: Hospital General Naval de Guayaquil. Autor: Victor Gaibor Chica, 2020.

El tiempo de aparición en el que se diagnosticó el retardo de consolidación en los pacientes fueron: a los 2 meses 32 (67%), 4 meses 8 (17%), 5 meses 4 (8%), 6 meses 2 (4%) y más de 6 meses 2 (4%).

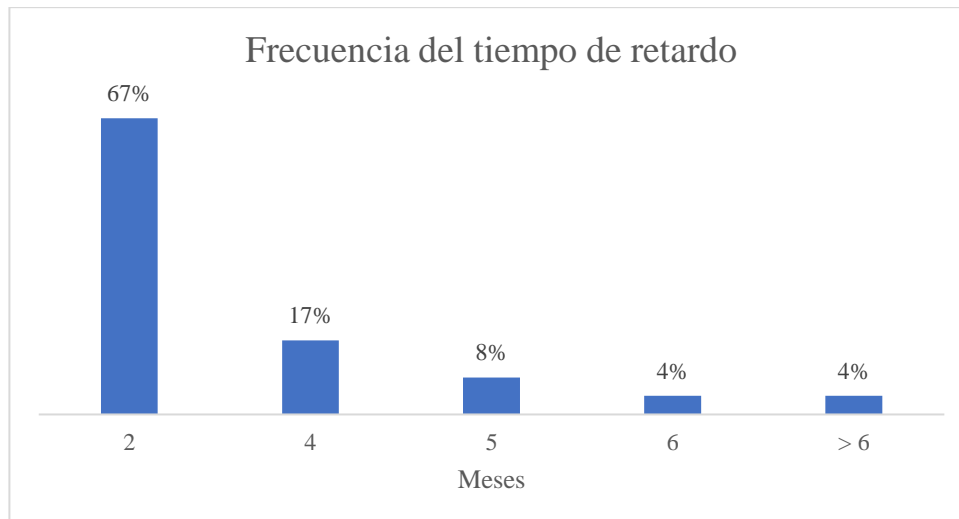


Gráfico 4. Fuente: Hospital General Naval de Guayaquil. Autor: Victor Gaibor Chica, 2020.

La frecuencia del grado de consolidación de los pacientes con retardo de consolidación pre oxigenoterapia hiperbárica fue: Grado II/V 24 (50%) Y Grado III/V 24 (50%).

Grado de consolidación pre OHB	Frecuencia	% del Total
2 / 5	24	50%
3 / 5	24	50%
Suma	48	

Tabla 3. Fuente: Hospital General Naval de Guayaquil. Autor: Victor Gaibor Chica, 2020.

La frecuencia del grado de consolidación que presentaron los pacientes con retardo de consolidación post oxigenoterapia hiperbárica fue: II/V 1 (2%), III/V 1 (2%), IV/V 20 (42%) y V/V 26 (54%).

Grado de consolidación post OHB	Frecuencia	% del Total
2 / 5	1	2%
3 / 5	1	2%
4 / 5	20	42%
5 / 5	26	54%
Suma	48	

Tabla 4. Fuente: Hospital General Naval de Guayaquil. Autor: Victor Gaibor Chica, 2020.

El tiempo de consolidación post tratamiento en pacientes con retardo de consolidación que se observó fue: 1 mes 5 (10%), 2 meses 11 (23%), 3 meses 8 (17%), 4 meses 6 (13%), 5 meses 3 (6%), 6 meses 1 (2%) y más de 6 meses 12 (25%).

Tiempo de consolidación (meses)	Frecuencia	% del Total
1	5	10%
2	11	23%
3	8	17%
4	6	13%
5	3	6%
6	1	2%
> 6	12	25%
No consolid	2	4%
Suma	48	

Tabla 5. Fuente: Hospital General Naval de Guayaquil. Autor: Victor Gaibor Chica, 2020.

La terapéutica con oxígeno hiperbárico en pacientes con retardo de consolidación que se observó en este estudio fue: número de sesiones distribuidas en rangos de, 10 – 20 34 (71%), 21 – 30 3 (6%), 31 – 40 6 (13%), 41 – 50 2 (4%) y más de 50 sesiones 3 (6%). El tiempo de duración de las sesiones

que fue de: 60 minutos en 33 pacientes (69%) y 90 minutos en 15 pacientes (31%). Finalmente, las atmósferas absolutas (ATA) a las cuales fueron sometidos los pacientes: 2.2 ATA 14 (29%), 2.3 ATA 6 (13%), 2.4 ATA 6 (13%), 2.5 ATA 13 (27%), 2.6 ATA 4 (8%) , 2.7 ATA 2 (4%) y 2.8 ATA 3 (6%).

	Frecuencia	% del Total
Nº de sesiones de OHB		
10 - 20	34	71%
21 - 30	3	6%
31 - 40	6	13%
41 - 50	2	4%
> 50	3	6%
Suma	48	
Duración de sesiones (min.)		
60	33	69%
90	15	31%
Suma	48	
ATA Ohb		
2.2	14	29%
2.3	6	13%
2.4	6	13%
2.5	13	27%
2.6	4	8%
2.7	2	4%
2.8	3	6%
Suma	48	

Tabla 6. Fuente: Hospital General Naval de Guayaquil. Autor: Victor Gaibor Chica, 2020.

Al realizar una prueba de Chi2 de número de sesiones y el tiempo de consolidación se obtuvo: $p = 0.008$. Anexos/Tabla 9. Para la duración de las sesiones se obtuvo: $p = 0.082$. Anexos/Tabla 10. Para atmósferas absolutas de la presión de tratamiento se obtuvo: $p = 0.051$ respectivamente. Anexos/Tabla 11.

Finalmente mediante el uso de la prueba de Wilcoxon, se comparó el grado de consolidación de los pacientes con retardo de consolidación pre y post tratamiento con oxigenoterapia hiperbárica donde se evidenció valor $p = 0.001$.

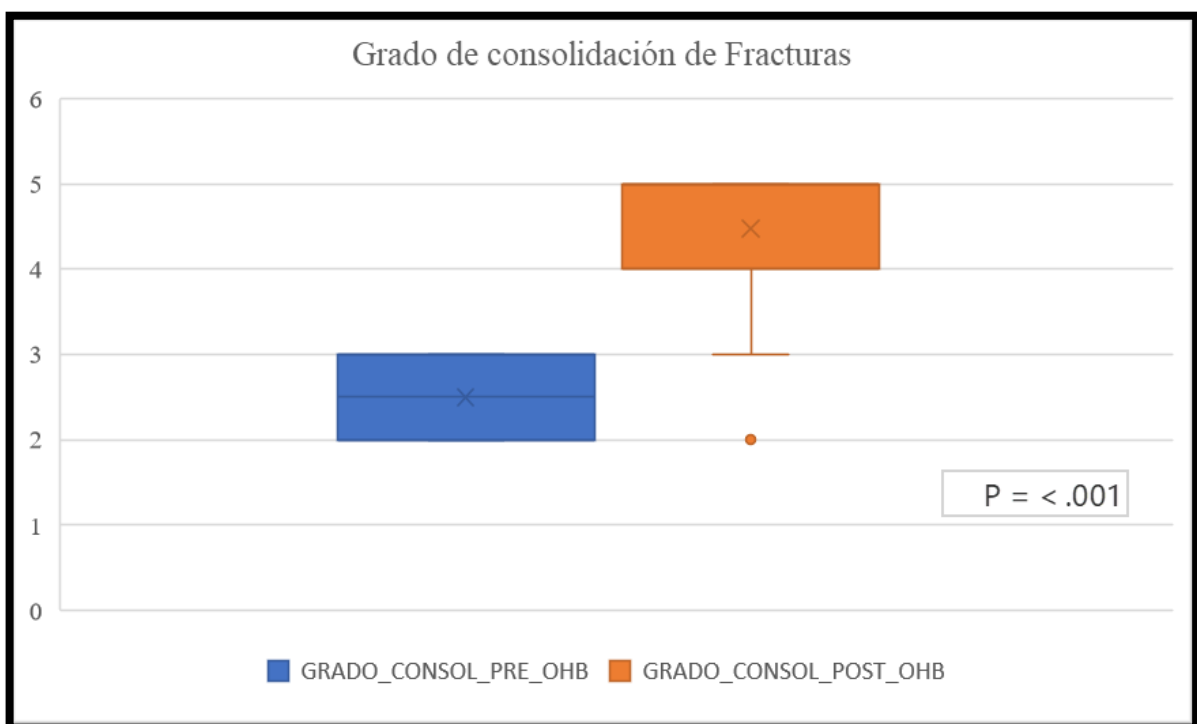


Gráfico 5. Fuente: Hospital General Naval de Guayaquil. Autor: Victor Gaibor Chica, 2020.

Análisis de los resultados

En este estudio se presentó una muestra de 48 pacientes de los cuales la mayor parte fueron masculinos con una proporción de 3 a 1. La media del grupo etario fue 39 años.

En el análisis de los años en los que se realizó el estudio se evidenció que los años con mayor prevalencia de pacientes con retardo de consolidación fueron el 2010 y el 2017. Se encontraron varios factores de riesgo en los pacientes con retardo de consolidación, pero no hubo relación alguna entre los mismo y la terapéutica con oxígeno hiperbárico. De las fracturas categorizadas mediante el CIE-10 se obtuvo que el mayor número de casos con retardo de consolidación fueron de pacientes con fractura de fémur de los cuales solo 20% presentaron criterios de gravedad según la clasificación de Gustilo y Anderson. El tipo de intervención terapéutica de las fracturas más frecuente en los pacientes con retardo de consolidación fue, la osteosíntesis con clavo intramedular. A partir de la terapéutica aplicada en las fracturas de los pacientes de la muestra, se observó que el tiempo de aparición del retardo de consolidación más frecuente fue de dos meses, además de que hubo una relación de igualdad en el grado 2/5 y 3/5 de consolidación pre tratamiento con oxigenoterapia hiperbárica.

Para demostrar la eficacia de la oxigenoterapia hiperbárica se realizó la correlación con Chi2 entre las variables del tratamiento con cámara hiperbárica y el tiempo de consolidación de la fractura en donde se obtuvo: número de sesiones valor $p = 0.008$ (relación estadísticamente significativa entre ambas variables), duración de las sesiones valor $p = 0.082$ y las atmósferas absolutas de la presión de tratamiento un valor de $p = 0,051$. También se utilizó la prueba de Wilcoxon para evaluar el grado de consolidación pre y post tratamiento con oxigenoterapia en los pacientes con retardo de consolidación de la muestra estudiada de la cual se obtuvo valor $p = 0.001$, lo que demuestra que existe una relación estadística de mejoría clínica de pacientes con retardo de consolidación sometidos a oxigenoterapia hiperbárica en función del número de sesiones recibidas más no de la duración o las ATA aplicadas en el tratamiento.

Capítulo 4

Discusión

En este estudio se buscó demostrar la eficacia de la oxigenoterapia hiperbárica sobre el retardo de consolidación, la cual fue evaluada mediante el grado de consolidación post OHB y el tiempo de consolidación de la fractura post OHB. El resultado obtenido fue, que los pacientes sometidos a un número mínimo de 10 a 20 sesiones de OHB, independientemente de la duración de la sesión o de la presión de tratamiento administrada presentaban mejoría clínica y radiológica en 2, 3 y más 6 meses.

Dentro de la búsqueda bibliográfica no se encontró estudios directamente relacionados con el tema propuesto en esta investigación por lo que no fue posible una comparación lineal, no obstante, se encontró revisión bibliográfica del uso de oxigenoterapia hiperbárica en enfermedades ortopédicas y reumatológicas, como describe KK Jain et al. (14) en un estudio recopilado realizado en 20 pacientes con 24 fracturas de huesos largos tratados con cámara hiperbárica se evidencio que el 75% (15 paciente) mejoraron clínicamente de los cuales el 100% de pacientes que entraron en los primeros 10 días post diagnostico tuvieron consolidación total de la fractura y evitaron la incidencia de retardo de consolidación o pseudoartrosis.

Durante los años de revisión en los que se ha realizado este estudio se pudo observar que en Ecuador el uso de la oxigenoterapia hiperbárica es limitado ya que es una terapéutica de difícil acceso para toda la población, esto debido al poco de equipamiento, infraestructura, recurso humano especializado y falta del requerimiento en la cartera de servicios de la salud pública, además de la poca evidencia científica acerca de este tema. (20)

Conclusión

En el presente estudio se concluye que:

- Se determina que el tiempo mínimo para consolidación de las fracturas post oxigenoterapia hiperbárica es de 1 mes, con un tiempo óptimo de 2 meses hasta más de seis meses.
- Se determina que el número de sesiones con oxigenoterapia hiperbárica necesarias para un efecto terapéutico óptimo en pacientes con retardo de consolidación es de 10 a 20 terapias con una duración mínima de 60 minutos.
- La presión de tratamiento necesaria para un efecto terapéutico con oxigenoterapia hiperbárica en pacientes con retardo de consolidación es de 2 a 2.8 atmósferas absolutas (ATA).
- El 42% y 54% de pacientes con retardo de consolidación óseo que recibieron oxigenoterapia hiperbárica obtuvieron consolidación clínica y radiológica de IV/V y V/V respectivamente, compatible con la eficacia del tratamiento administrado.

Capítulo 5

Recomendaciones

Se recomienda digitalizar las historias clínicas de los años anteriores a fin de poder respaldar los datos historias clínicas para estudios posteriores.

Considerando que el Hospital General Naval de Guayaquil posee el equipamiento, infraestructura y recurso humano se recomienda la realización de un estudio científico que sirva para documentar el uso de esta modalidad terapéutica en patologías óseas.

También encontramos el descriptiva y la frecuencia de el tiempo durante el cual los pacientes con RC fueron tratados con OHB, esta variable indica el tiempo en el que los pacientes lograron o no revertir el retardo presentando consolidación total. En ella se puede ver que la mayoría de pacientes con un 25% necesitaron OHB por mas de 6 meses

Anexos

FACTORES DE RIESGO ETIOPATOGENICOS DEL RETARDO DE CONSOLIDACION
Fractura conminuta
Infección
Fijación inadecuada
Edad avanzada
Malnutrición
Hipovitaminosis D
Alcoholismo
Tabaquismo
Diabetes mellitus
Arteriopatías
Glucocorticoides y otros medicamentos (¿DAINES?¿Ciprofloxacino?)

Tabla 7. Factores etiopatogénicos del retardo de consolidación, Adaptada del artículo “Retardo de consolidación de fracturas”, página 50.

Indicaciones de la oxigenoterapia hiperbárica aprobadas por el European Committee for Hyperbaric Medicine (ECHM) en el X Congreso Europeo de Consenso celebrado en Lile , Francia, en abril de 2016	
Indicaciones principales - Evidencia de tipo 1	
El ECHM recomienda aplicar OHB en estos casos como terapéutica consolidada en un alto número de estudios, publicaciones y experiencia consensuada	
Indicación	Nivel de evidencia
Intoxicación por monóxido de carbono	1 - B
Fracturas abiertas con síndrome de aplastamiento	1 - B
Exodoncias en mandíbulas irradiadas (tratamiento profiláctico de osteoradionecrosis)	1 - B
Osteoradionecrosis de mandíbula	1 - B
Radionecrosis de mucosas (cistitis y proctitis)	1 - B
Enfermedad por descompresión	1 - C
Embolismo gaseoso	1 - C
Infecciones bacterianas anaeróbicas o mixtas	1 - C
Sordera súbita	1 - B

Tabla 8. Indicaciones principales de la oxigenoterapia hiperbárica según la ECHM, 2016. Adaptada del artículo “Oxigenoterapia hiperbárica en el siglo XXI. Análisis crítico y reflexiones”, página 122.

Indicaciones de la oxigenoterapia hiperbárica aprobadas por el European Committee for Hyperbaric Medicine (ECHM) en el X Congreso Europeo de Consenso celebrado en Lille, Francia, en abril de 2016

Indicaciones complementarias - Evidencia de tipo 2

El ECHM recomienda aplicar OHB en estos casos como terapéutica consolidada en un alto número de estudios, publicaciones y experiencia consensuada

Indicación	Nivel de evidencia
Lesiones de los pies en diabéticos	2 - C
Osteonecrosis de cabeza femoral	2 - C
Injertos y colgajos musculocutáneos complicados	2 - C
Oclusión de la arteria central de la retina (CRAO)	2 - C
Síndrome de aplastamiento sin fractura	2 - C
Osteoradionecrosis no mandibulares	2 - C
Lesiones radioinducidas de partes blandas	2 - C
Cirugía sobre los territorios irradiados (tratamiento preventivo)	2 - C
Úlceras isquémicas	2 - C
Osteomielitis crónica recalcitrante	2 - C
Quemaduras de 2º grado (que afectan a más del 20% de la superficie corporal)	2 - C
Neumatosis quística intestinal	2 - C
Neuroblastoma en estadio IV	2 - C

Tabla 9. *Indicaciones complementarias de la oxigenoterapia hiperbárica según la ECHM, 2016. Adaptada del artículo "Oxigenoterapia hiperbárica en el siglo XXI. Análisis crítico y reflexiones", página 122.*

Indicaciones de la oxigenoterapia hiperbárica aprobadas por el European Committee for Hyperbaric Medicine (ECHM) en el X Congreso Europeo de Consenso celebrado en Lille, Francia, en abril de 2016

Indicaciones en estudio - Evidencia de tipo 3

El ECHM recomienda aplicar OHB en estos casos como terapéutica consolidada en un alto número de estudios, publicaciones y experiencia consensuada

Indicación	Nivel de evidencia
Encefalopatía hipóxica/isquémica (traumatismo craneoencefálico agudo y crónico, accidente vascular cerebral en fase crónica, síndromes postanóxicos)	3 - C
Lesiones radioinducidas de la laringe	3 - C
Radioencefalitis y radiomielitis	3 - C
Síndromes de reperfusión	3 - C
Reimplantación de miembros	3 - C
Vasculitis y heridas difíciles en enfermedades sistémicas	3 - C
Drepanocitosis	3 - C
Colitis intersticial	3 - C

Tabla 10. *Indicaciones en estudio de la oxigenoterapia hiperbárica según la ECHM, 2016. Adaptada del artículo "Oxigenoterapia hiperbárica en el siglo XXI. Análisis crítico y reflexiones", página 122.*

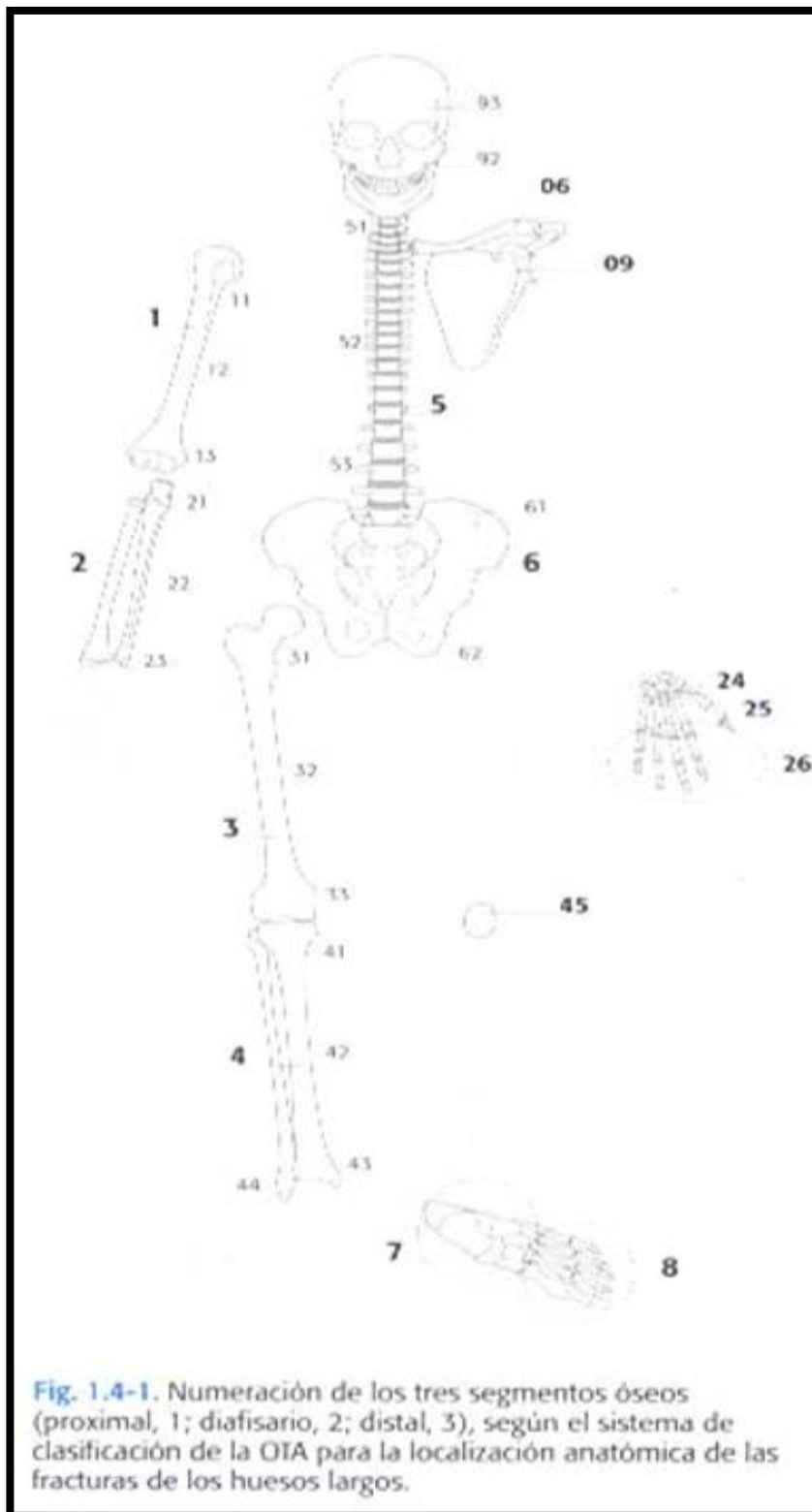


Figura 1. Numeración de los segmentos óseos según la clasificación de AO para fracturas. Imagen tomada del libro "Principios de la AO en el tratamiento de las fracturas", página 42.

Tipo	Herida	Contaminación	Partes blandas	Lesión ósea
I	< 1 cm	Limpio	Mínima	Simple
II	> 1 cm	Moderado	Moderado	Cominución moderada
III-A	> 10 cm	Alto	Severa con aplastamiento	Cominuta, es posible la cobertura
III-B	> 10 cm	Alto	Severa con pérdida de cobertura	Cominución moderada, precaria cobertura ósea
III-C	> 10 cm	Alto	Muy severa con pérdida de cobertura, se incluyen lesiones vasculares	Cominución severa, precaria cobertura ósea

Tabla 11. Clasificación de Gustilo y Anderson para la gravedad de las fracturas. Imagen tomada del artículo “Incidencia de infección de fracturas expuestas. Reporte de 273 casos”, página 2.

N°_SESIONES_OHB	TIEMPO_CONSOLIDACIÓN (meses)										Total
	1	2	3	4	5	6	> 6	No consolid	Total		
10 - 20	5	11	6	6	0	1	3	2	34		
21 - 30	0	0	1	0	0	0	2	0	3		
31 - 40	0	0	0	0	3	0	3	0	6		
41 - 50	0	0	1	0	0	0	1	0	2		
> 50	0	0	0	0	0	0	3	0	3		
Total	5	11	8	6	3	1	12	2	48		

	Valor	df	p
χ^2	49	28	0.008
N	48		

Tabla 12. Fuente: Hospital General Naval de Guayaquil. Autor: Victor Gaibor Chica, 2020.

DURACIÓN_SESIONES_OHB(min)	TIEMPO_CONSOLIDACIÓN (meses)										Total
	1	2	3	4	5	6	> 6	No consolid	Total		
60	1	9	6	5	1	0	10	1	33		
90	4	2	2	1	2	1	2	1	15		
Total	5	11	8	6	3	1	12	2	48		

	Value	df	p
χ^2	12.6	7	0.082
N	48		

Tabla 13. Fuente: Hospital General Naval de Guayaquil. Autor: Victor Gaibor Chica, 2020.

ATA_OHB	TIEMPO CONSOLIDACIÓN (meses)											Total
	1	2	3	4	5	6	> 6	No consolid	Total			
2.2	1	4	1	1	1	0	5	1	14			
2.3	0	1	2	1	1	0	1	0	6			
2.4	1	1	4	0	0	0	0	0	6			
2.5	2	3	1	3	0	1	3	0	13			
2.6	1	1	0	0	1	0	0	1	4			
2.7	0	0	0	1	0	0	1	0	2			
2.8	0	1	0	0	0	0	2	0	3			
Total	5	11	8	6	3	1	12	2	48			

	Value	df	p
χ^2	41.1	42	0.51
N	48		

Tabla 14. Fuente: Hospital General Naval de Guayaquil. Autor: Víctor Gaibor Chica, 2020.

Bibliografía

1. Zura R, Xiong Z, Einhorn T, Watson JT, Ostrum RF, Prayson MJ, et al. Epidemiology of Fracture Nonunion in 18 Human Bones. *JAMA Surg.* el 16 de noviembre de 2016;151(11):e162775.
2. Subbotina N. Medicina hiperbárica. Buenos Aires: N. Subbotina; 2006.
3. Grassmann J, Schneppendahl J, Hakimi A, Herten M, Betsch M, Lögters T, et al. Hyperbaric oxygen therapy improves angiogenesis and bone formation in critical sized diaphyseal defects: HYPERBARIC OXYGEN IMPROVES BONE HEALING. *J Orthop Res.* abril de 2015;33(4):513–20.
4. Sánchez A, Salerni H. RETARDO DE CONSOLIDACIÓN DE FRACTURAS. 2015;11:10.
5. Thomas JD, Kehoe JL. Bone Nonunion. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 [citado el 29 de marzo de 2020]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554385/>
6. Nandra R, Grover L, Porter K. Fracture non-union epidemiology and treatment. *Trauma.* enero de 2016;18(1):3–11.
7. Rüedi TP, Murphy WM. Principios de la AO en el tratamiento de las fracturas. New York [etc.: Masson; 2002.
8. Fuchs VAO, Rodríguez FM, Palomo LJF, Damy PP. Incidencia de infección de fracturas expuestas. Reporte de 273 casos. :4.
9. Monteagudo de la Rosa M, Argüello Cuenca JM, Ríos Blanco JJ, Centro Técnico de Oposiciones (Madrid). Manual CTO de medicina y cirugía: traumatología y cirugía ortopédica. Madrid: CTO; 2018.
10. Fisher JS, Kazam JJ, Fufa D, Bartolotta RJ. Radiologic evaluation of fracture healing. *Skeletal Radiol.* marzo de 2019;48(3):349–61.
11. Perugini AJ, Fazal URB, al et. Type 2 Diabetes-Driven Alterations in Bone Healing and Angiogenesis [Internet]. [citado el 29 de marzo de 2020]. Disponible en: https://mushare.marian.edu/mucom_rd/109/
12. Desola J. Oxigenoterapia hiperbárica en el siglo xxi . Análisis crítico y reflexiones. *FMC - Formación Médica Continuada en Atención Primaria.* marzo de 2017;24(3):116–33.
13. Mathieu D, editor. Handbook of hyperbaric medicine. Dordrecht, The Netherlands: Springer; 2006. 812 p.

14. Jain KK, Springer International Publishing AG. Textbook of Hyperbaric Medicine. 2018.
15. Fernández MAP, García CA. BIOFÍSICA APLICADA A SITUACIONES HIPERBÁRICAS: OXIGENOTERAPIA HIPERBÁRICA (OHB). :21.
16. Barilaro G, Masala IF, Parracchini R, Iesu C, Caddia G, Sarzi-Puttini P, et al. The Role of Hyperbaric Oxygen Therapy in Orthopedics and Rheumatological Diseases. 2017;19:6.
17. Bosco G, Vezzani G, Mrakic Sposta S, Rizzato A, Enten G, Abou-samra A, et al. Hyperbaric oxygen therapy ameliorates osteonecrosis in patients by modulating inflammation and oxidative stress. Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry. enero de 2018;33(1):1501–5.
18. Evidence for the use of Hyperbaric Oxygen Therapy (HBOT) A Review [Internet]. [citado el 29 de marzo de 2020]. Disponible en: <https://e-space.mmu.ac.uk/603470/1/HBOT%20Report%20Final.pdf>
19. Efectos fisiológicos y terapéuticos de la Oxigenación hiperbárica [Internet]. [citado el 29 de marzo de 2020]. Disponible en: http://www.reem.cl/descargas/reem_v2n1_a2.pdf
20. Calvopin MCB. Plan de negocio para crear el servicio de oxigenación hiperbárica en el “centro de medicina integral”. :90.



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Gaibor Chica, Victor Gabriel** con C.C: # **0931399265** autor/a del trabajo de titulación: **Eficacia de la oxigenoterapia hiperbárica en retardo de la consolidación ósea en pacientes de entre 25 a 65 años en el Hospital General Naval de Guayaquil entre los años 2009 – 2019.** previo a la obtención del título de **Médico** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 03 de mayo de 2020

f. _____

Nombre: **Gaibor Chica, Victor Gabriel**

C.C: **0931399265**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Eficacia de la oxigenoterapia hiperbárica en retardo de la consolidación ósea en pacientes de entre 25 a 65 años en el Hospital General Naval de Guayaquil entre los años 2009 – 2019.		
AUTOR(ES)	Gaibor Chica, Victor Gabriel		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Dr. Luis Alejandro Villao Rodríguez		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Ciencias Médicas		
CARRERA:	Medicina		
TITULO OBTENIDO:	Médico		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	03 de mayo de 2020	No. DE PÁGINAS:	36
ÁREAS TEMÁTICAS:	Traumatología y Ortopedia, Medicina Hiperbárica, Medicina Interna.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Oxigenación hiperbárica, fracturas no consolidadas, traumatología, ortopedia, terapéutica, consolidación ósea.		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>Introducción: El retardo de consolidación ósea corresponde al 5 al 10% de las complicaciones que se producen en las fracturas, su etiopatogenia es multifactorial, pero se debe principalmente al bajo aporte sanguíneo y la hipoxigenación consecuente de la zona de la fractura. No se han realizado estudios recientes que comprueben directamente la eficacia de la oxigenoterapia hiperbárica sobre esta patología, pero si sobre la consolidación ósea. Metodología: Se realizó un estudio observacional, retrospectivo y analítico de corte transversal en el Hospital General Naval de Guayaquil para demostrar la eficacia del uso de oxigenoterapia hiperbárica (OHB) en pacientes que presentaron retardo de consolidación ósea. Resultados: De una muestra de 48 pacientes con retardo de consolidación ósea, se realizó una prueba de Chi² entre la terapéutica aplicada con oxígeno hiperbárico donde se obtuvo un valor p = 0.0008 con una evolución favorable en el 71% de los pacientes en relación con el número de sesiones. También se realizó una prueba de Wilcoxon para determinar el grado de consolidación pre y post tratamiento con oxigenoterapia hiperbárica de la cual se obtuvo un valor p = 0.0001 además de observar mejoría clínica evidenciada por el grado de consolidación post tratamiento, IV/V en un 42% y V/V en un 54% respectivamente post tratamiento con OHB. Conclusión: Se observó que existe una relación estadísticamente significativa entre el uso de OHB y la mejoría clínica y radiológica de los pacientes con retardo de consolidación ósea.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-984864150	E-mail: victorgabriel3@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Dr. Andrés Mauricio Ayón Genkuong		
	Teléfono: +593-997572784		
	E-mail: andres.ayon@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			