



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA**



**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS**

**DELEGACIÓN DF SUR**

**HOSPITAL GENERAL REGIONAL 2**

**CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA  
2014-2018**

**“CORRELACIÓN DE LA OXIMETRÍA DE PULSO CON LAS  
COMPLICACIONES EN PACIENTES PEDIÁTRICOS CON FRACTURA  
SUPRACONDÍLEA HUMERAL TIPO III DE GARTLAND”**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN  
TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA**

**PRESENTA:**

**DRA. MARCELA BALIÑO GAXIOLA**

**ASESORES:**

**DR. CLEMENTE HERNÁNDEZ GÓMEZ**

**MÉDICO ESPECIALISTA EN TRAUMATOLOGIA Y ORTOPEDIA**

**DR. JOSÉ MANUEL PÉREZ ATANASIO**

**MÉDICO ESPECIALISTA EN TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA**

**MAESTRO EN CIENCIAS MÉDICAS**

**CIUDAD DE MÉXICO, AGOSTO 2017**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **A U T O R I Z A C I O N E S**

---

**Dr. Alejandro Salas Morales**

Dirección de Educación e Investigación en Salud del Hospital General Regional 2

---

**Dr. Clemente Hernández Gómez**

Jefe de Servicio de Ortopedia Pediátrica

---

**Dr. José Manuel Pérez Atanasio**

Médico especialista en Traumatología y Ortopedia

Maestro en Ciencias Médicas

## ÍNDICE

1. TITULO.....	9
2. IDENTIFICACIÓN DE LOS INVESTIGADORES.....	9
3. RESUMEN.....	10
4. MARCO TEORICO.....	11
5. JUSTIFICACIÓN.....	16
6. PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
7. HIPÓTESIS.....	17
7. OBJETIVOS.....	17
7.1 OBJETIVOS GENERALES.....	17
7.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	17
8. VARIABLES.....	19
9. CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	24
9. MATERIAL Y MÉTODOS.....	27
9.1PROCEDIMIENTOS.....	28
9.2 ASPECTOS ESTADÍSTICOS.....	30
10. ASPECTOS ÉTICOS.....	32

11. RECURSOS.....	34
12. FINANCIAMIENTO, FACTIBILIDAD, DIFUSIÓN.....	35
13. TRASCENDENCIA.....	36
14. RESULTADOS .....	37
14. DISCUSIÓN.....	44
15. CONCLUSIONES.....	47
14- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
15. ANEXOS.....	51

## ***“Ad astra per aspera”***

“A las estrellas por el camino más difícil”

Porque las estrellas son alcanzables, porque el camino más difícil siempre enorgullece y porque la facilidad no es sinónimo de vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios:**

*A mí me encanta Dios. Ha puesto orden en las galaxias y distribuye bien el tránsito en el camino de las hormigas. Nos ha enviado a algunos tipos excepcionales como Buda, o Cristo, o Mahoma, o mi madre, para que nos digan que nos portemos bien. Pero esto a él no le preocupa mucho: nos conoce. Sabe que el pez grande se traga al chico, que la lagartija grande se traga a la pequeña, que el hombre se traga al hombre. Y por eso inventó la muerte: para que la vida -no tú ni yo- la vida, sea para siempre. **Gracias Dios por mostrarme tu gracia y ayudarme a concluir este proyecto.***

### **A mi Madre:**

*Un Dios justo y benigno ha de haberte escogido. Nunca ha sido tan real eso en lo que tu creíste: en mí...*

*Cuando no tenía a quien acudir, sabía que podía contar contigo, cuando todos los caminos se cerraban, tu puerta era la única siempre abierta y cuando todo se ponía difícil ahí estabas tú a mi lado diciéndome que todo saldría bien. **Gracias Mamá por todo lo que has hecho. Sin ti no sería quien soy actualmente. Eres la mujer de mi vida.***

### **A mis hermanas:**

***Brenda:** Seré sincera, no me acostumbré a no verte, porque de ti mi vida aprendí con lágrimas, alegrías y penas, pero sintiendo el calor de vivir. **Gracias por darme valor.***

***Elizabeth:** Quisiera estar contigo, aunque no pudiera, comenzando el día de cero, cazando risas sinceras, esperando el sol salir, toda una noche en vela.*

*Como dejarte, si te quiero como nadie a cualquiera, aún con tu voz afilada, aún con tu furia de fiera, eres mi hermana amada, aquella que siempre me lleva, si te quiero es porque has estado, cuando todos me han olvidado, si perdí una vez el rumbo, con tus dedos lo has señalado.*

*Me gustaría poder llevarte conmigo, como cuando de niñas ibas junto a mí y corríamos frente al parque, jugamos a escapar juntas de aquí. Si pudiera llevarte conmigo, no estarías de acuerdo con ello, porque, aunque tendrías un lindo sueño, preferiría que fueras tu propio dueño. **Gracias por ser mi motivo, la lección divina perfecta, mi complemento, por olvidarme del “no puedo”.***

**Andrea:** “Vivo para protegerte y desaparecer tus penas, para pelear por ti, ser franca y sincera, no me importa que no quieras, si lloras, haré un infierno del culpable que se atreva” y viceversa. Palabras clave de los domingos. **Gracias por darme fortaleza.**

### **A mi esposo Jorge:**

*Te amo sin saber cómo, ni cuándo, ni de dónde,  
te amo directamente sin problemas ni orgullo;  
así te amo porque no sé amar de otra manera,*

*sino así de este modo en que no soy ni eres,  
tan cerca que tu mano sobre mi pecho es mía,  
tan cerca que se cierran tus ojos con mi sueño.*

Sabes que te miro, y giras tu cabeza, me miras fijamente, y me das la certeza, de que el amor existe, de que aún hay vida. Algo he de andar buscando en ti, algo mío que tú eres y que no has de darme nunca. **Gracias por guiar mi rumbo en la Ortopedia, gracias por tus consejos y por tu paciencia.**

### **A mi gran amiga Judith:**

Gracias por ser mi amiga: De sueños, de amores, de dolor, fantasías y felicidad de vida. Cuanto te amo.

### **A mis profesores de la especialidad:**

Por transmitirme sus enseñanzas, experiencias y por su dedicación.

Gracias a mi asesor de Tesis Dr. Clemente Hernández Gómez por guiarme en el camino del conocimiento, el amor por la ortopedia Pediátrica y por la conclusión de este proyecto.

Gracias a mi maestra Dra. Yadira González por enseñarme de ortopedia y por aconsejarme en los pasajes luminosos y nublados en este camino.

Gracias a mi maestro Dr. Fernando Zepeda por ser un excelente guía y ejemplo de disciplina, habilidad, honor y conocimiento.

***A mis amigos y compañeros:***

*Gustavo, Andrea, Mario, Arturo, Phillips, Néstor, Miguel, Sergio. Por su amistad, apoyo, confianza, motivación y por todos los momentos que compartimos durante este sueño, por este logro al que le dicen residencia.*

***A los pacientes:***

*Por permitir el aprendizaje a través del estudio de sus padecimientos.*

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DIRECCION REGIONAL CENTRO  
DELEGACIÓN SUR DEL DISTRITO FEDERAL  
HOSPITAL GENERAL REGIONAL N 2  
DIRECCION  
COORDINACIÓN CLINICA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD

## TÍTULO

**“CORRELACIÓN DE LA OXIMETRÍA DE PULSO CON LAS COMPLICACIONES EN PACIENTES PEDIÁTRICOS CON FRACTURA SUPRACONDÍLEA HUMERAL TIPO III DE GARTLAND”**

## PRESENTA:

**Dra. MARCELA BALIÑO GAXIOLA**

Médico Residente en la especialidad de Ortopedia y Traumatología

**Matrícula:** 98386511

**Lugar de trabajo:** Hospital General Regional “2”

**Adscripción:** Delegación 3 Sur, D.F. IMSS

**Teléfono:** 553731 6896      **Fax:** Sin Fax

**Correo Electrónico:** dramarcelabgaxiola@outlook.com

## Asesores:

**Dr. Clemente Hernández Gómez**

Traumatología y Ortopedia, Alta especialidad en Ortopedia Pediátrica

**Matrícula:** 98381007

**Lugar de trabajo:** Hospital General Regional “2”

**Adscripción:** Delegación 3 Sur, D.F. IMSS

**Teléfono:** 553524 6680      **Fax:** Sin Fax

**Correo electrónico:** cignusc@hotmail.com

**Dr. José Manuel Pérez Atanasio**

Traumatología y Ortopedia, Maestro en Ciencias Médicas

**Matrícula:** 991413908

**Lugar de trabajo:** Hospital General Regional “2”

**Adscripción:** Delegación 3 Sur, D.F. IMSS

**Teléfono:** 018006232323      **Fax:** Sin fax

**Correo electrónico:** drmanuelperezata@gmail.com

## RESUMEN.

### TÍTULO

#### “CORRELACIÓN DE LA OXIMETRÍA DE PULSO CON LAS COMPLICACIONES EN PACIENTES PEDIÁTRICOS CON FRACTURA SUPRACONDÍLEA HUMERAL TIPO III DE GARTLAND”

Baliño-Gaxiola Marcela<sup>1</sup>, Hernández-Gómez Clemente<sup>2</sup>, Pérez-Atanasio José Manuel<sup>1</sup>.

Ortopedia y Traumatología<sup>1</sup>, Ortopedia pediátrica<sup>2</sup>, Hospital General Regional No. 2.  
Delegación Sur D.F. IMSS

**Introducción:** Las fracturas supracondíleas humerales son una lesión común en los individuos con inmadurez esquelética, siendo estas las fracturas más frecuentes en codos de niños.. Las fracturas con desplazamiento (Gartland III), son frecuentemente asociadas con varios tipos de complicaciones, como la lesión neurovascular, dolor, edema aumentados en el postquirúrgico. En niños más pequeños, el uso de la evaluación clínica y el diagnóstico ultrasonográfico pueden ser difíciles debido a la naturaleza irritable del niño lesionado. Esto constituye la base para investigar la utilidad clínica de un oxímetro de pulso en pacientes con dicha fractura, tanto en el diagnóstico como en la decisión de la exploración quirúrgica.

**Materiales y métodos:** Se realizó una revisión retrospectiva de todas fracturas supracondíleas Gartland III durante un período de 12 meses (Enero-Diciembre 2016). Mediante concentración de expedientes clínicos, concentración y análisis estadístico de la información, mediante Chi cuadrada de Pearson y Prueba exacta de Fisher aplicadas a la correlación entre la alteración de la oximetría de pulso, con las complicaciones de las fracturas supracondíleas Gartland III (lesión nerviosa, vascular, dolor y edema).

**Resultados:** En el universo de 40 pacientes, el 70% de los pacientes fueron varones, la media de la edad fue de 6,18 años, en 77.5% de los casos la fractura afectó el lado izquierdo. Se hizo tratamiento quirúrgico en el 100% de los casos. El tiempo promedio entre el ingreso y la cirugía fue de 75.7 horas, con un rango entre 48 y 72 horas, encontrándose alteración en la oximetría de pulso en 5 pacientes a las 72 horas, encontrando lesión nerviosa en 2 pacientes que fueron atendidos a las 48 horas, 9.1 % de los pacientes presentó aumento del dolor en el postquirúrgico con una oximetría de pulso de 93% y el 47.5% un aumento del edema (19 pacientes) con una oximetría de pulso alterada de 91%. Se observaron 5 casos (26.3%) de lesiones neurológicas, todas de nervio ulnar con una  $p=0.0119$ , estadísticamente significativa; 3 axonotmesis (60%), 2 neuropraxias (40%), todas ellas en pacientes tratados con clavos cruzados.

**Conclusión:** La correlación entra lesión nerviosa y alteración en la oximetría de pulso tuvo un resultado estadísticamente significativo. El uso de la oximetría de pulso permite es una alternativa relativamente barata al ultrasonido Doppler y angiotomografía. Esto permite un diagnóstico y tratamiento precoz de complicaciones en los niños con una fractura supracondílea. Los resultados pueden ser la base para futuros estudios de mayor elaboración metodológica.

**PALABRAS CLAVE:** fractura supracondílea humeral Gartland III, oximetría de pulso, lesión neurovascular, dolor, edema.

## MARCO TEÓRICO

### ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS.

Las fracturas supracondíleas humerales son una lesión común en los individuos con inmadurez esquelética, siendo estas las fracturas más frecuentes en codos de niños (1). En este grupo etario, las fracturas más prevalentes son las extra articulares, principalmente las supracondíleas, en tanto que las articulares son relativamente raras (2). La fractura supracondílea humeral es una lesión común en la infancia, llegando al 17.9 % del total de las fracturas pediátricas. Este tipo de fractura abarca del 55 al 80 % de todas las fracturas periféricas a la articulación del codo y la edad más común de presentación es a los 7 años. Usualmente son resultado de una caída con el brazo extendido, forzando en extensión la metáfisis distal del húmero. (3)

### CLASIFICACIÓN.

Para clasificar las fracturas supracondíleas humerales tenemos varias opciones; actualmente la clasificación de Gartland es la más usada. (4)

Wilkins modificó la clasificación de Gartland, pero mantuvo los tres tipos básicos: Tipo I, donde la fractura no se encuentra desplazada o solo mínimamente desplazada pero que la línea humeral anterior pase a través del centro de osificación del capitellum. (5) Tipo II, en las que se encuentra una obvia línea de fractura, con desplazamiento del fragmento distal, pero con integridad de la cortical posterior, el desplazamiento puede ser posterior o con angulación medial o lateral y puede haber componente rotacional. (5) Tipo III, donde la fractura se encuentra desplazada y sin contacto de las corticales, con ya sea desplazamiento posteromedial o posterolateral. Wilkins subdividió las tipo III (confundidas en su clasificación frecuentemente como tipo II) en A y B, dependiendo de la presencia o ausencia de rotación. Con el propósito de esclarecer y estandarizar, subdividimos las fracturas tipo II de Wilkins en A cuando no hay componente rotacional y en B cuando si lo hay. (5) Otros clasifican dependiendo de la magnitud del

desplazamiento, mientras que algunos más se basan en el sitio y dirección de la línea de fractura. (Tabla 1) (5)

TIPO	CARACTERÍSTICAS DE LA FRACTURA
I	NO DESPLAZADA
II	DESPLAZADA CON CORTICAL POSTERIOR INTACTA
III	DESPLAZADA SIN CONTACTO DE LAS CORTICALES A) DESPLAZAMIENTO POSTEROMEDIAL B) DESPLAZAMIENTO POSTEROLATERAL
IV	INESTABILIDAD MULTIDIRECCIONAL

Tabla 1. Clasificación de Gartland Modificada por Wilkins

## COMPLICACIONES

Las fracturas con desplazamiento completo del fragmento distal (Gartland III), son frecuentemente asociadas con varios tipos de complicaciones, como lesión neurovascular, retardo en la consolidación, no unión o pseudoartrosis, síndrome compartimental que puede ocasionar contractura isquémica de Volkmann o incluso a amputación de la extremidad. (6)

Las fracturas supracondíleas humerales son comúnmente acompañadas por complicaciones neurológicas, debido a la proximidad entre la región supracondílea y los nervios radial, cubital y mediano. Los nervios son, ya sea contundidos o lacerados como resultado de la lesión inicial, o durante los intentos no exitosos de reducción cerrada. El déficit neurológico puede ser también debido a hemorragia o como resultado de compromiso vascular. (7)

Varios estudios han encontrado que en 6.6 al 31% de las fracturas supracondíleas pediátricas presentan complicaciones neurológicas. Ya que el 95 % de estas fracturas suceden en extensión, el desplazamiento del fragmento distal parece ser un factor importante en la fisiopatología de la lesión de la rama nerviosa. (8)

Entre las 60 complicaciones neurológicas observadas en una serie de 210 fracturas supracondíleas, el nervio mediano fue afectado en 28 casos (con desplazamiento posterolateral en el 86 % de estos), el nervio radial se lesionó en 13 casos (desplazamiento posteromedial en el 92 %) y el nervio ulnar fue paralizado en 25 casos (con desplazamiento posterolateral y posteromedial en un 56 y 40 % respectivamente). (8)

La contractura isquémica de Volkmann, ha sido reconocida como una complicación temida de las fracturas supracondíleas humerales desde hace mucho tiempo, destacando el riesgo de lesión neurovascular asociada a las mismas. Los niños con esta fractura, tienen una incidencia reportada de lesión de la arteria braquial del 8 al 10 %, mientras que la lesión nerviosa se ha reportado en un 12 al 20 %. (9)

Las complicaciones vasculares asociadas a fracturas supracondíleas humerales en niños son aún un problema común, a pesar de lo mucho que se ha escrito sobre la incidencia y su manejo. (10)

La incidencia de complicaciones vasculares que se presentan como un pulso ausente o disminuido (usualmente definido como no palpable pero detectado por ultrasonido doppler), ha sido reportada entre 3.2 y 14.3 %; siendo la isquemia, amputación o contractura de Volkmann las peores conclusiones de la lesión vascular. (11)

A la llegada al servicio de urgencias, se presentan normalmente tres escenarios: 1) una mano sin pulso, 2) una mano con pulso presente pero disminuido en comparación contralateral y 3) una mano con un pulso radial intacto. Post fijación, también hay tres posibilidades: 1) una mano pobremente perfundida con ausencia de pulso radial; siendo este grupo el que más probablemente necesitará exploración vascular, 2) una mano perfundida con un buen pulso radial; este grupo no necesita ninguna intervención posterior y 3) una mano perfundida sin pulso radial. (12)

Soh RCC et al. Son de la opinión de que dada la constante disponibilidad inmediata de un pulsoxímetro en cualquier quirófano, los retos subjetivos de monitorizar el dolor y los resultados posteriores a una exploración quirúrgica de la arteria braquial, deberán ser enfrentados ya que exista una lesión documentada a la arteria braquial.(12)

## OXIMETRÍA DE PULSO

La oximetría de pulso ha revolucionado la habilidad de monitorizar la oxigenación en una manera continua, precisa y no invasiva. A pesar de su uso tan generalizado, no se le dan comúnmente aplicaciones fuera de la misma medición. (13). La oximetría fue inventada en Kyoto Japón a principio de los 70's, por Takuo Aoyagi, un ingeniero biomédico en la corporación Shimadzu, desde entonces, los avances en la tecnología han incrementado la confiabilidad, precisión y utilidad clínica de los mismos, aunque hay ciertas condiciones que pueden llegar a afectar sus lecturas, se le considera el quinto signo vital, y los dispositivos actuales se consideran altamente precisos y menos susceptibles a las limitantes que existían previamente, como lo era incluso el tipo de luz ambiental.(13)

E. Chan determina que el oxímetro de pulso se basa en el principio de que la oxihemoglobina y la deoxihemoglobina absorben luz roja e infrarroja en diferentes proporciones, ya que estas luces penetran los tejidos de manera eficiente, mientras que la luz azul, verde, amarilla y la del extremo del espectro infrarrojo se absorben de manera significativa en los tejidos no vascularizados y con alto contenido de líquido. La oxihemoglobina absorbe cantidades mayores de luz infrarroja que la deoxihemoglobina, y la deoxihemoglobina, absorbe mayores cantidades de luz roja que la oxihemoglobina. Al explorar esta diferencia en absorción del espectro de luz, con la utilización de un par de leds en uno de los lados del dedal de la sonda, la luz se transmite a través del tejido y es captada por una celda fotosensible del lado contrario de la sonda, determinando así la proporción de hemoglobina que se encuentra unida al oxígeno según la luz captada. Dentro del aparato hay un procesador que detecta los momentos de saturación tope, o sea durante la diástole, tomando en cuenta la frecuencia

cardiaca, para determinar el valor adecuado de oximetría a mostrar en pantalla.  
(14)

Tarabdkar y Gundle utilizan el oxímetro de pulso como una herramienta para una cuantificación objetiva de lesiones vasculares en la mano. Encuentran que la identificación eficiente de dedos con problemas vasculares es crítico para hacer triage para manejo quirúrgico y optimizar el resultado de los pacientes, utilizaron el oxímetro en casos de heridas lacerantes o penetrantes en la mano, aplicando el oxímetro a los dedos, registrando el porcentaje de saturación de oxígeno, para determinar las diferencias en la oximetría de pulso en dedos con posibles lesiones isquémicas. Concluyeron que la oximetría de pulso es un método ampliamente disponible y ofrece una medición objetiva de la oxigenación de tejidos, en el que ningún dedo con oximetría mayor a 95 % presentó lesiones isquémicas y que todos los que presentaron oximetría menor a 84 %, requirieron de manejo vascular, lo que los llevó a decir que la oximetría de pulso debe ser adoptada como rutinaria para medir, evaluar y detectar un dedo con problemas vasculares.  
(14)

El uso del pulsoxímetro ofrece una alternativa barata y accesible al ultrasonido doppler. Aún más, elimina la subjetividad de examinar nervios periféricos en un niño ya irritado y displicente. Esto permite un diagnóstico y tratamiento temprano de la extremidad lesionada, posterior a una fractura supracondílea. (12)

La saturación promedio por grupo etario, sin discriminar género, es del 97,45% (IC 95% 95,1% - 99,7%). Por género, el valor promedio de saturación para mujeres es de 97,45% (IC 95% 95,0% - 99,8%). La distribución por grupo etario en el sexo. Para los hombres, la SaO<sub>2</sub> promedio es de 97,45% (IC 95% 95,1% - 99,7%) (Tabla 2.) (15)

<b>GRUPO ETARIO</b>	<b>Promedio de SaO2</b>	<b>Rango</b>
<b>0 a 23 meses</b>	97.2 %	94.7 - 99.7%
<b>2 a 4 años</b>	97.4 %	94.7 - 100 %
<b>5 a 9 años</b>	97.5 %	95.1 – 99.8 %
<b>10 a 12 años</b>	97.7%	95.6 – 99.7 %

Tabla 2. Valores de referencia normales de la oximetría de pulso por grupo etario

### **JUSTIFICACIÓN**

Actualmente en la literatura existen pocos estudios clínicos que correlacionen el uso de la oximetría de pulso con las complicaciones que pueden presentarse en pacientes pediátricos con fractura supracondílea humeral tipo III de Gartland, como son dolor, edema, lesión nerviosa y lesión vascular.

Motivo por el cual se realizará este estudio de investigación, para correlacionar valores porcentuales alterados en la oximetría de pulso, con las complicaciones mencionadas en pacientes pediátricos con fracturas supracondíleas humerales tipo III, basados en la información obtenida del expediente clínico.

## **PLANTEAMIENTO DE EL PROBLEMA. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.**

¿Existe una correlación entre la oximetría de pulso y las complicaciones en pacientes pediátricos con fractura supracondílea humeral tipo III de Gartland?

En los pacientes pediátricos con fracturas supracondíleas humerales, no se cuenta con un protocolo estandarizado

de manejo preoperatorio; sin embargo, si se logra determinar alguna correlación respecto a las complicaciones más frecuentes y el mismo factor a correlacionar es una prueba accesible, económica, sencilla y rápida de aplicar, se podrá poner atención a la posible complicación pronosticada, entonces mejorando la aplicación de medicina preventiva en la medida de lo posible y el pronóstico del paciente.

## **HIPÓTESIS.**

¿Existirá una correlación entre la oximetría de pulso y las complicaciones en pacientes pediátricos con fractura supracondílea humeral tipo III de Gartland?

## **OBJETIVOS.**

### **OBJETIVO GENERAL.**

Identificar las alteraciones porcentuales en la oximetría de pulso, en la extremidad afectada en fracturas supracondíleas humerales Gartland III, como valor predictivo en los pacientes que presenten complicaciones.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

1. Correlacionar las complicaciones más comunes en dichos pacientes con alteraciones en los valores porcentuales de oximetría de pulso.
2. Identificar cual puede ser la complicación más frecuente correlacionada con la alteración de la oximetría de pulso en fracturas supracondíleas humerales Gartland III.

3. Analizar en el expediente clínico la evolución de los pacientes con fractura supracondílea Gartland III, que se manejaron en el servicio de Ortopedia pediátrica del Hospital General Regional No. 2.

## VARIABLES

### VARIABLE INDEPENDIENTE.

- Fractura supracondílea humeral tipo III A o B de Gartland.

**Definición conceptual:** Se define a esta como pérdida de continuidad ósea en la región metafisaria distal del húmero, con compromiso de la cortical anterior y posterior y desplazamiento medial o lateral. (1)

**Definición operacional:** Diagnóstico encontrado en el expediente clínico.

**Indicadores:** Fractura supracondílea humeral tipo III A o B de Gartland

**Tipo de variable:** Cualitativa

**Escala de medición.**

1. Presente
0. Ausente

### VARIABLES DEPENDIENTES.

- Alteración en la oximetría de pulso.

**Definición conceptual:** El oxímetro de pulso es un aparato que se basa en la captación diferentes longitudes de onda de luz en los tejidos con generación y captación de la misma luz en el aparato, lo que determina el estado de perfusión de oxígeno. Se usará como variable dicotómica, ya que se determinará según la literatura estudiada, el parámetro porcentual para oxigenación adecuada o inadecuada. (13)

**Definición operacional:** Identificación de la alteración descrita mediante la hoja de registro anestésico en el expediente clínico.

**Indicadores:** Valores de referencia normales de la oximetría de pulso por grupo etario. (Tabla 2)

GRUPO ETARIO	Promedio de SaO2	Rango
0 a 23 meses	97.2 %	94.7 - 99.7%
2 a 4 años	97.4 %	94.7 - 100 %
5 a 9 años	97.5 %	95.1 – 99.8 %
10 a 12 años	97.7%	95.6 – 99.7 %

Tabla 2. Valores de referencia normales de la oximetría de pulso por grupo etario

**Tipo de variable:** Cualitativa, nominal.

**Escala de medición:**

1. Presenta alteración en la oximetría de pulso.
0. No presenta alteración en la oximetría de pulso.

- Dolor.

**Definición conceptual:** Es definido como una experiencia sensorial o emocional desagradable, asociada a daño tisular real o potencial, o bien descrita en términos de tal daño. El dolor, es por tanto subjetivo y existe siempre que un paciente diga que algo le duele. (16)

**Definición operacional:** Identificación del síntoma descrito de acuerdo a lo obtenido por el expediente clínico.

**Indicadores:** Referencia del paciente encontrado en el expediente clínico.

**Tipo de variable:** Cualitativa, nominal.

**Escala de medición:**

1. Presencia de dolor.
0. Ausencia de dolor.

- Edema.

**Definición conceptual:** Se define como el aumento de volumen del líquido en el intersticio que se manifiesta clínicamente. (17)

**Definición operacional:** Identificación del signo descrito de acuerdo a lo obtenido por el expediente clínico.

**Indicadores:** Presencia o ausencia referida en el expediente clínico.

**Tipo de variable:** Cualitativa, nominal.

**Escala de medición:** 1. Presencia de edema.

0. Ausencia de edema.

- Lesión vascular.

**Definición conceptual:** Definida como la alteración o daño que se produce en los vasos sanguíneos (endotelio, íntima, adventicia, muscularis) a causa de un traumatismo (fractura), por elongación y/o de manera directa o como consecuencia de una enfermedad. (18)

**Definición operacional:** Identificación del daño descrito de acuerdo a lo obtenido por el expediente clínico.

**Indicadores:** Descripción del llenado capilar referido en el expediente clínico

**Tipo de variable:** Cualitativa, nominal.

**Escala de medición:** 1. Presencia de lesión vascular.

0. Ausencia de lesión vascular.

- Lesión nerviosa.

**Definición conceptual:** Definida como la alteración o daño que se produce en los nervios periféricos a causa de un traumatismo (fractura), por elongación y/o de manera directa o como consecuencia de una enfermedad.(18)

**Definición operacional:** Identificación del daño descrito de acuerdo a lo obtenido por el expediente clínico.

**Indicadores:** Valoración de fuerza muscular, sensibilidad referida en el expediente clínico.

**Tipo de variable:** Cualitativa, nominal.

**Escala de medición:** 1. Presencia de lesión nerviosa.

0. Ausencia de lesión nerviosa.

## VARIABLES DEMOGRÁFICAS

- Edad

**Definición conceptual:** es el tiempo que una persona ha vivido, a contar desde que nació.

**Definición Operacional:** se consideró para este estudio la edad que refiere el paciente medida en años.

**Indicadores:** la edad referida por el paciente o la obtenida del expediente clínico

**Escala de medición:** cuantitativa, de razón.

- Sexo

**Definición conceptual:** conjunto de caracteres anatómo-fisiológicos que distinguen al macho de la hembra entre los individuos de una misma especie.

**Definición operacional:** se consideró en este estudio lo referido por el paciente o escrito en el expediente clínico.

**Indicadores:** lo referido por el paciente o en el expediente clínico.

Mujer

Hombre

**Escala de medición:** Cualitativa, nominal, dicotómica

Evaluación de los resultados.

Se determinó la relación sobre una diferencia significativa estadística basada en los resultados de la confrontación entre cada una de las variables, como son los resultados de la alteración de la oximetría de pulso y su correlación con las complicaciones presentadas.

## **CRITERIOS DE SELECCIÓN**

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN.**

1. Expedientes de pacientes con fractura supracondílea humeral tipo Gartland III ya sea tipo IIIA o IIIB, del sexo masculino o femenino.
2. Expedientes de pacientes derechohabientes al Instituto Mexicano del Seguro Social.
3. Expedientes de pacientes a los que se realizó manejo quirúrgico de la fractura supracondílea humeral con cualquier técnica de fijación.
4. Expedientes de pacientes a los que se les realizó oximetría de pulso a su ingreso al quirófano.
5. Expedientes de pacientes a los que se les dio seguimiento en la consulta externa de Ortopedia pediátrica hasta ser egresados de la misma.

### **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.**

1. Expediente de pacientes con antecedente de cirugías previas en la región afectada.
2. Expedientes de pacientes con enfermedades o alteraciones vasculares o de perfusión previas.
3. Expedientes de pacientes con fractura supracondílea humeral tipo I o II de Gartland.
4. Expedientes de pacientes a los que se le otorgó manejo conservador.
5. Expedientes de pacientes que tuvieron manejo quirúrgico tardío por factores infecciosos.
6. Expedientes de pacientes a los que se les dio manejo quirúrgico tardío por factores ajenos a la fractura.
7. Expedientes de pacientes que por condiciones generales presenten una situación de riesgo a la salud para la toma de la oximetría de pulso.

8. Expedientes incompletos para el seguimiento en consulta externa de ortopedia pediátrica hasta su egreso del servicio.

## TIPO Y DISEÑO DEL ESTUDIO

### **Tipo de estudio:**

- Serie de casos.

### **Diseño del estudio:**

- Observacional, analítico.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **POBLACIÓN**

Expedientes de pacientes pediátricos derechohabientes del Instituto Mexicano del Seguro Social Del Hospital General Regional No. 2, con diagnóstico de fractura supracondílea humeral tipo III de Gartland.

### **ÁMBITO GEOGRÁFICO**

Módulo de Ortopedia pediátrica del Hospital General Regional No. 2, en la Delegación Sur de la Ciudad de México, del IMSS; ubicado en calzada de las Bombas No. 117, Col. Girasoles I, 14310.

### **LÍMITES DE TIEMPO:**

Noviembre 2016 a Junio 2017

### **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO**

La presente investigación se realizó en el servicio de ortopedia pediátrica del Hospital General Regional No. 2 del Instituto Mexicano del Seguro Social, en el área de archivo clínico y enseñanza; en el periodo comprendido de Marzo del 2017 a Junio del 2017, se captó de la agenda de servicio de Ortopedia pediátrica a los pacientes que presenten fractura supracondílea humeral tipo III de Gartland tipo A o B.

Una vez seleccionado el expediente del paciente, se recabó el dato de la oximetría de pulso del mismo documento que se registró en la hoja de anestesia a su ingreso a quirófano, de los pacientes que fueron operados en el periodo comprendido de Enero a Diciembre de 2016; con inicio del llenado de la hoja de recolección con los datos personales del paciente, número de afiliación, analítica preoperatoria y registro de oximetría.

Según la información obtenida del expediente clínico los pacientes se clasificaron en dos grupos, con y sin alteración en la oximetría de pulso. Se incluyeron en este estudio los expedientes de los pacientes que de manera inicial a su ingreso a urgencias, se les realizó el protocolo estándar del hospital para el manejo de fracturas supracondíleas humerales tipo III de Gartland, que consta en toma de radiografía inicial, reducción en caso necesario e inmovilización; en los que a su ingreso a quirófano en urgencias o como paciente hospitalizado en piso según oportunidad quirúrgica, fue monitorizado por anestesiología, incluyendo oximetría y se realizó la reducción cerrada o abierta y colocación de clavillos con la técnica preferida por el cirujano ortopedista asignado al procedimiento; dichos médicos no intervinieron en el estudio, se tomó en cuenta el registro en el expediente clínico de la oximetría de pulso inicial por parte de anestesiología en quirófano y lo registrado en las notas de ingreso, hospitalización, pre y post operatorias, respecto a la presencia de las complicaciones mencionadas; se dio seguimiento al expediente del paciente para determinar las condiciones en las que fue egresado, así como su evolución en la consulta externa hasta el alta de la misma, para completar el llenado del instrumento de recolección, toda recolección de datos se basó en los archivos de expediente clínico de los pacientes seleccionados de manera retrospectiva. No hubo participación ni involucro de otras instituciones o terceros con intereses secundarios. Posterior al periodo de recolección de información, se realizó el análisis pertinente de la misma.

## **PROCEDIMIENTOS.**

**1. Concentración de expedientes clínicos.** Se acudió al servicio de ortopedia pediátrica, donde se consultó la base de datos de los pacientes atendidos, se hizo una selección de pacientes con fractura supracondílea humeral tipo Gartland III tratados quirúrgicamente. Así se obtuvo el nombre y número de afiliación de los mismos. Una vez con la lista, se acudió al archivo y se solicitaron los permisos necesarios para acceder a los expedientes clínicos o solicitar su entrega mediante el vale oficial. Se continuó así hasta completar el tamaño de la muestra requerido.

**2. Obtención y concentración de la información.** Una vez que se obtuvieron físicamente los expedientes, se obtuvo la información requerida en el instrumento de recolección de datos. Iniciando con el nombre y número de afiliación, así como edad y género en la primera sección. Posteriormente se recolectaron los datos relacionados con el paciente, como lateralidad, tipo de técnica quirúrgica, oximetría de pulso registrada en la hoja de anestesia a su ingreso a quirófano y la presencia o no de complicaciones postquirúrgicas.

**3. Concentración y análisis estadístico de la información.** La información obtenida se capturó en una hoja de cálculo del programa Excel y concentrada para su análisis posterior mediante el paquete estadístico SPSS V-23.

## ASPECTOS ESTADÍSTICOS

**Técnica de muestreo:** No probabilística de casos consecutivos.

**Tamaño de la muestra:**

Se utilizó la siguiente fórmula para el cálculo de la muestra por ser una población finita (19,20):

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * q}$$

En la cual:

N = al total de la población a estudiar

$Z_a^2 = 1.96^2$  utilizando una seguridad del 95%

p = proporción esperada (en este caso p = 0.05)

q = 1 – p (en este caso 1 – 0.05 = 0.95)

d = precisión (3%)

Aplicándola en este caso, tomando en cuenta que se realizan promedio por año 131 manejos quirúrgicos de fracturas supracondíleas humerales tipo III de Gartland:

$$n = \frac{131 * 1.96^2 * 0.05 * 0.95}{0.03^2 (131 - 1) + 1.96^2 + 0.05 * 0.95} = 6.26$$

Lo que quiere decir que se requiere de una muestra de 6.26 pacientes en el grupo.

**Aspectos estadísticos:** El análisis estadístico se realizara en las siguientes fases:

1. Descripción de la población y sus características demográficas.
2. Identificación de la alteración en la oximetría de pulso, haciendo un análisis de la población, utilizando para las variables dicotómicas Chi cuadrada o exacta de Fisher.
3. Análisis de correlación.

## **ASPECTOS ÉTICOS.**

El presente trabajo respeta las normas institucionales, nacionales e internacionales que rigen la investigación en seres humanos en nuestro país. Se incluye la Ley General de Salud, TITULO QUINTO Investigación para la Salud, capítulo único; la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos y el reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud.

Considerando lo especificado en el reglamento de la Ley General de Salud, título segundo de los Aspectos éticos de la Investigación en Seres Humanos capítulo I, el presente trabajo se considera como investigación sin riesgo, ya que se basará en la captura de información proveniente del expediente clínico del paciente, de los resultados de los exámenes de laboratorio y de las mediciones clínicas que se realizaron rutinariamente con motivo de su padecimiento:

Artículo 17. *Investigación sin riesgo.* Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquéllos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: cuestionarios, entrevistas, revisión de expedientes clínicos y otros, en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.

El presente proyecto de investigación será sometido a la consideración del comité local de investigación y ética de la investigación en salud N° 3702, donde se verificará que cumpla con los requisitos necesarios para ser realizado y, en su caso, ser autorizado.

Por tratarse de revisión de expedientes, no requiere firma de carta de consentimiento informado.

## **RECURSOS.**

### **Recursos Humanos.**

1. Un médico residente de ortopedia de cuarto año.
2. Un asesor temático con alta especialidad en Ortopedia pediátrica.
3. Un asesor metodológico con maestría en ciencias médicas.

### **Recursos materiales.**

- 1) Bolígrafos.
- 2) Hojas para captación de datos.
- 3) Computadora para integrar datos, procesar resultados y para su redacción.
- 4) Impresora.
- 5) Acceso a internet y medios de divulgación científica.
- 6) Fuente de información (literatura médica en ortopedia).
- 7) Bitácora de programación quirúrgica del servicio de ortopedia pediátrica.
- 8) Censos de hospitalización del servicio de ortopedia pediátrica
- 9) Expedientes clínicos de pacientes con fractura supracondílea humeral Tipo Gartland III.

### **Recursos Económicos.**

El trabajo no requiere financiamiento debido a que los expedientes de pacientes con las características para realizar este trabajo se encuentran en el archivo del HGR No. 2, así como la bitácora de programación quirúrgica y los censos de pacientes que se encuentran en el servicio de Ortopedia Pediátrica. La captura de información contenida en el expediente requirió únicamente hojas y bolígrafo. Los consumibles serán adquiridos por el investigador.

## **FINANCIAMIENTO.**

El presente trabajo no recibe financiamiento institucional, de ninguna asociación o industria. Los consumibles serán adquiridos por el alumno tesista.

## **FACTIBILIDAD.**

Es un estudio que no generó gasto institucional, que fue factible realizar dentro de las instalaciones del instituto, a través del servicio de ortopedia pediátrica, con la implementación de recursos humanos y materiales que intervinieron en el tratamiento de los pacientes derechohabientes.

### **Recursos e infraestructura:**

El hospital cuenta con el módulo de Ortopedia Pediátrica, posee además los recursos y la infraestructura necesaria para la recepción de pacientes que requieran manejo quirúrgico. Cuenta con médicos especialistas expertos en el diagnóstico y realización de este procedimiento quirúrgico. El alumno tesista se encuentra en el último año de la especialización y tiene el conocimiento suficiente para realizar una adecuada captación de la información derivada de los expedientes.

## **DIFUSIÓN.**

Este estudio fue presentado para la obtención de la especialidad en traumatología y ortopedia en su versión impresa como tesis; también será entregado un ejemplar en la UNAM y en las diferentes bibliotecas indicadas para incremento de los acervos.

Será presentada en sesión académica del servicio de ortopedia pediátrica, así como en sesión general del HGR 2 y en donde sea requerido para dar a conocer los resultados del estudio.

Fue inscrito en el congreso mexicano de ortopedia pediátrica. Se pretende, además, su publicación en alguna revista de impacto.

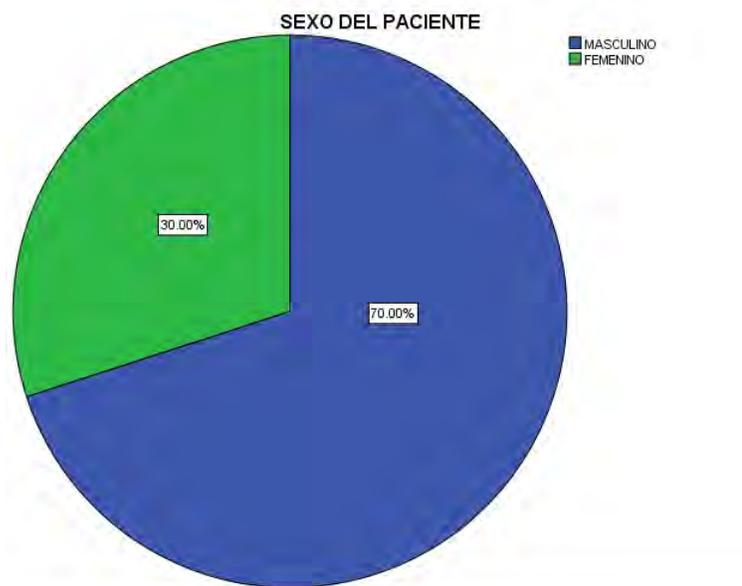
## **TRASCENDENCIA.**

Los resultados obtenidos podrían cambiar la percepción actual sobre la correlación existente o no entre las alteraciones de la oximetría de pulso y las complicaciones más comunes presentes en las fracturas supracondíleas humerales tipo III de Gartland, así como sentar la base para estudios de investigación prospectivos con el fin de realizar una guía de práctica clínica que se pueda aplicar en otros centros hospitalarios del IMSS y del sector salud en general, para evitar la presencia de estas patologías y prevenir complicaciones ulteriores que puedan afectar la calidad de vida del paciente, así como también servirá para disminuir costos al sector salud.

## RESULTADOS.

Entre los periodos de Enero a Diciembre del 2016 se encontraron 40 pacientes, que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión, en los cuales se estudió la correlación de la alteración de la oximetría de pulso y las complicaciones con pacientes con fractura supracondílea humeral Gartland III.

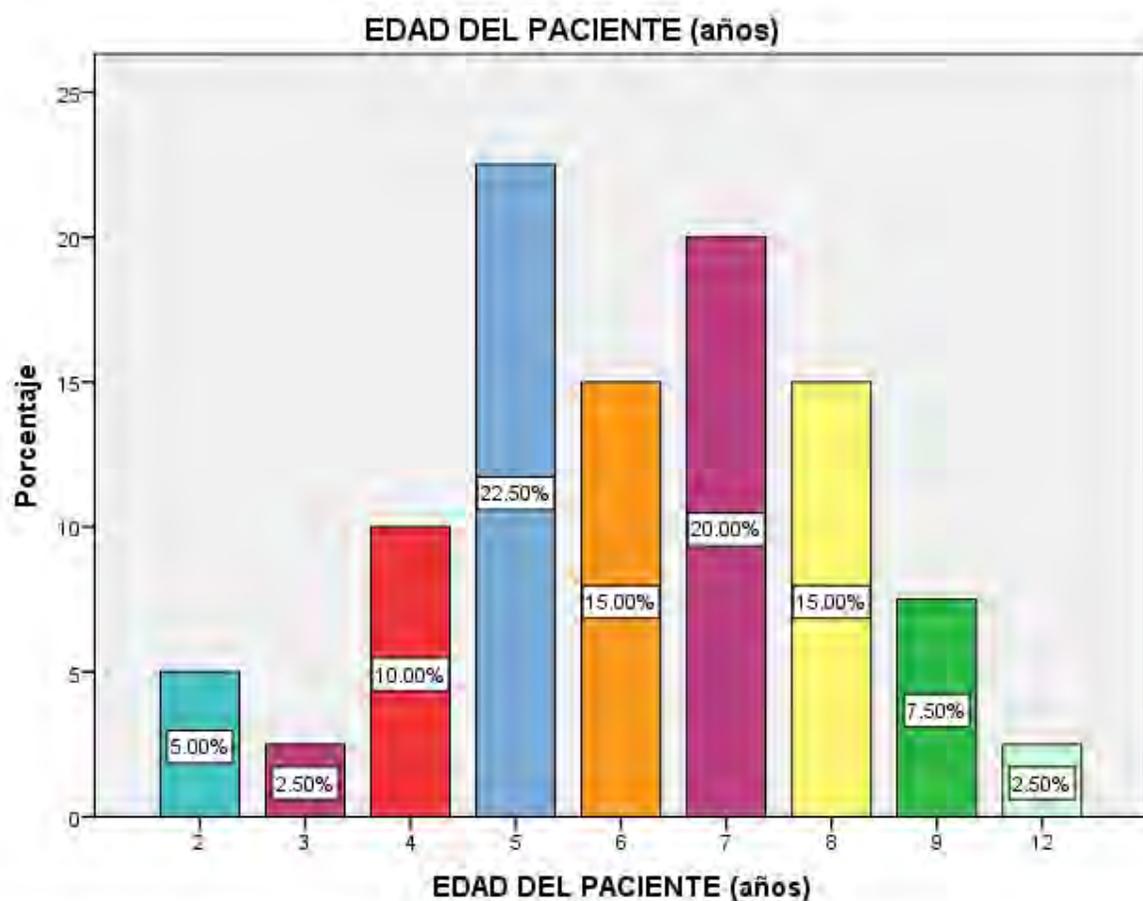
Se obtuvieron los siguientes resultados. De los 40 niños, el 70% (28) fueron del sexo masculino, mientras que el 30% (12) fueron del sexo femenino (Gráfica 1). El 22.5% (9) se presentaron en el brazo derecho, y el 77.5% (31) en el izquierdo (Tabla 3); la edad media ha sido de 6.18 años, con un rango de edad comprendido entre los 2 y los 12 y la mayor incidencia entre los 5 y los 8 años de edad, siendo estos datos muy similares a los hallados en la bibliografía revisada (1, 2, 3). El mecanismo lesional fundamental ha sido la caída fortuita, bien en el transcurso de actividades deportivas, o durante el juego, ocurriendo la mayoría (73%) en el área urbana.



GRÁFICA 1. DISTRIBUCIÓN POR SEXO

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
DERECHO	9	22.5	22.5	22.5
IZQUIERDO	31	77.5	77.5	100.0
Total	40	100.0	100.0	

TABLA 3. LATERALIDAD



GRÁFICA 2. EDAD Y RANGO DE LOS PACIENTES

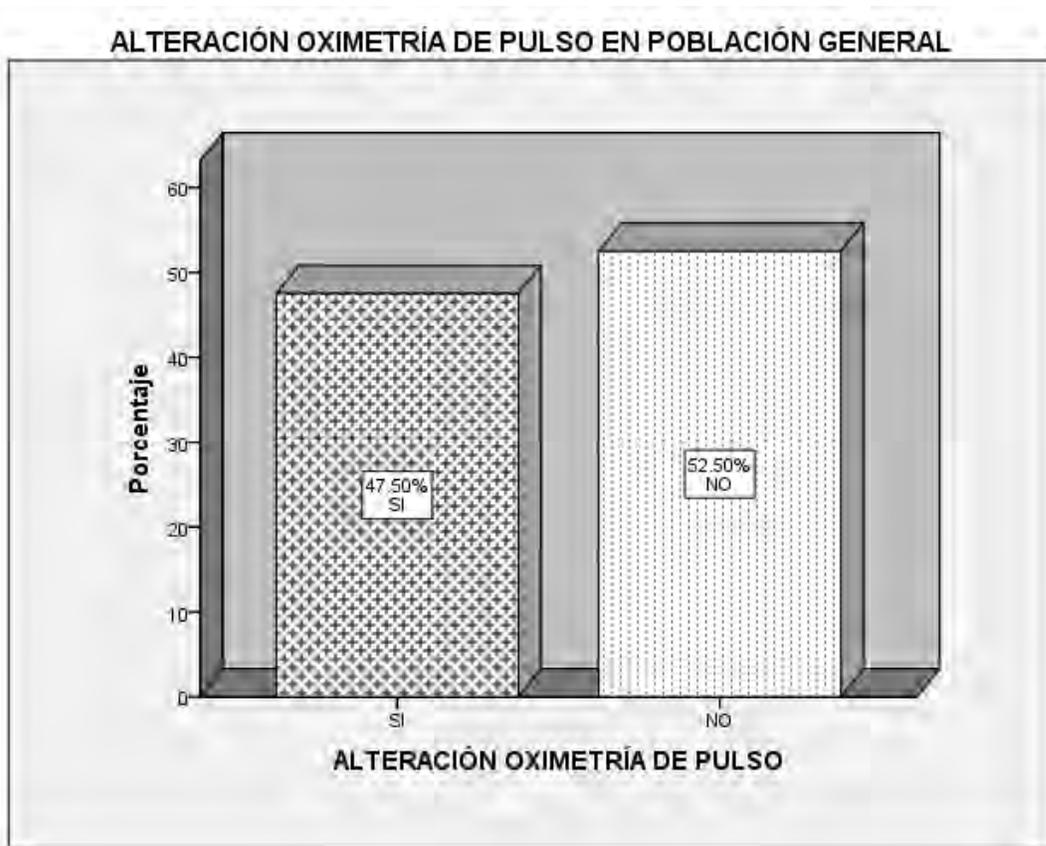
El 88.24% fue manejado mediante reducción cerrada y solo el 11.76% se manejó de manera abierta debido a que no fue posible realizar una reducción cerrada satisfactoria. Existieron 2 pacientes los cuales se reintervinieron por una reducción fallida un día después del postoperatorio inicial.

El tiempo medio de hospitalización ha sido de 2.6 días, con un rango de 1 a 8 días. El incremento en los días en hospitalización fue secundario a infección de vías aéreas superiores 4 pacientes, caries dental 1 paciente e infección en vías urinarias en 1 paciente.

A los 40 pacientes se les evaluó en su expediente clínico el reporte de saturación de oxígeno a su ingreso a quirófano, se encontró que 19 pacientes (47.5%) tuvieron alteración en el registro de oximetría de pulso, 21 pacientes (52.5%) no lo presentaron (Tabla 4 y Gráfica 3), siendo 5 pacientes del sexo femenino (26.3%) y 14 del sexo masculino (73.7%) (Gráfica 3); el 5.3% de los pacientes que fueron manipulados a su llegada a urgencias tuvieron alteración de esta medición según el grupo etario correspondiente (Tabla 2 y 5.)

<b>ALTERACIÓN OXIMETRÍA DE PULSO EN POBLACIÓN TOTAL</b>				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
SI	19	47.5	47.5	47.5
NO	21	52.5	52.5	100.0
Total	40	100.0	100.0	

TABLA 4. ALTERACIÓN EN LA OXIMETRÍA DE PULSO EN POBLACIÓN GENERAL



GRÁFICA 3. ALTERACIÓN EN LA OXIMETRÍA DE PULSO EN POBLACIÓN GENERAL

**ALTERACIÓN EN OXIMETRÍA DE PULSO EN AQUELLOS PACIENTES QUE  
FUERON MANIPULADOS EN PRIMER CONTACTO**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SI	1	5.3	5.3	5.3
	NO	18	94.7	94.7	100.0
	Total	19	100.0	100.0	

TABLA 5. ALTERACIÓN DE OXIMETRÍA DE PULSO EN PACIENTES MANIPULADOS EN PRIMER CONTACTO



GRÁFICA 4. CORRELACIÓN DE ALTERACIÓN DE OXIMETRÍA DE PULSO POR SEXO

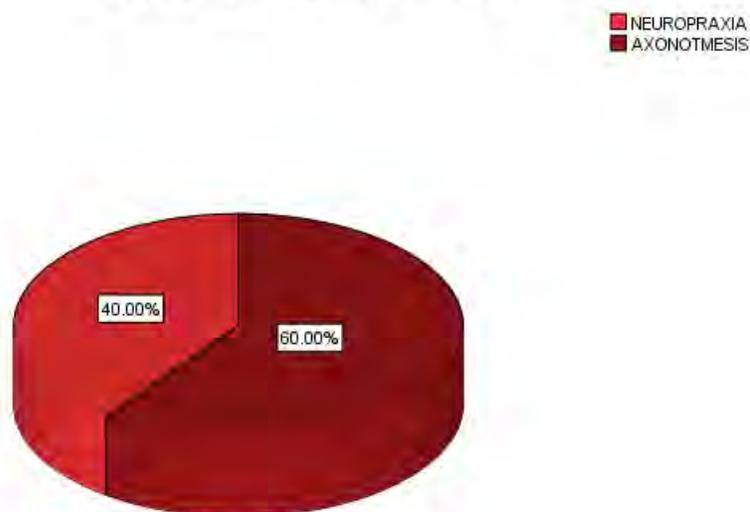
El tiempo de atención desde su ingreso a urgencias hasta la realización del procedimiento quirúrgico tuvo una media de 75.7 horas con un rango entre 48 y 72 horas, encontrándose alteración en la oximetría de pulso en 5 pacientes a las 72 horas, encontrando lesión nerviosa en 2 pacientes que fueron atendidos a las 48 horas, 9.1 % de los pacientes presentó aumento del dolor en el postquirúrgico con una oximetría de pulso de 93%, y el 47.5% un aumento del edema (19 pacientes) con una oximetría de pulso alterada de 91%. Cinco pacientes (26.3%) tuvieron una lesión neurológica electromiográfica y clínicamente comprobada (Tabla 6); de los cuales 4 fueron hombres y 1 mujer. Los 5 pacientes con lesión neurológica presentaron lesión de un solo nervio: nervio cubital, 3 axonotmesis (60%), 2 neuropraxias (40%) (Gráfica 5). No se encontraron lesiones vasculares, ni lesiones del nervio radial, ni del nervio mediano en los expedientes estudiados.

**RELACIÓN DE LESIÓN NERVIOSA CON LOS PACIENTES CON ALTERACIÓN  
EN LA OXIMETRIA DE PULSO**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
SI	5	26.3	26.3	26.3
NO	14	73.7	73.7	100.0
Total	19	100.0	100.0	

TABLA 6. CORRELACIÓN DE ALTERACIÓN DE OXIMETRÍA DE PULSO CON LESIÓN NERVIOSA

**SEVERIDAD DE LESIÓN NERVIOSA CUBITAL**



GRÁFICA 5. SEVERIDAD DE LESIÓN NERVIOSA

En todos los pacientes se tuvo un seguimiento promedio de 12 semanas (90.4 días), con una media de recuperación de lesión del nervio cubital neuropraxias y axotnotmesis a las 8 semanas.

Se aplicó la prueba de Chi cuadrada de Pearson a las variables a estudiar, obteniendo como resultados para la correlación de lesión nerviosa y alteración en el registro de oximetría de pulso una  $X^2$  de 6.316 con g.l. (grados de libertad) de 1,

obteniendo así el cálculo de alfa de 0.0119, con un intervalo de confianza de 0.881, lo que resulta con una “ $p$ ” estadísticamente significativa que correlaciona la alteración de la oximetría de pulso con el daño neural postquirúrgico, para las mismas variables, bajo la hipótesis nula de independencia, se aplicó la prueba exacta de Fisher con un resultado de 0.018 ( $p < 0.05$ ), entonces se deberá rechazar la hipótesis de partida y deberemos asumir que las dos variables no son independientes, sino que están asociadas. Con un nivel de significancia de 88%.

Los resultados para aumento de edema postquirúrgico fue una chi cuadrada de 40.000, con g.l. de 1, calculando un alfa de 2.2396 que no resultó ser estadísticamente significativo para nuestro estudio, lo que se traduce que no existe correlación entre las variables y que los resultados de la muestra son producto exclusivamente del azar; por lo que se aplicó prueba exacta de Fisher con resultado de 0.000, cero casillas (0.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 9.03, por lo que se puede concluir que no existe evidencia estadística de asociación entre ambas variables.

Se aplicó la prueba de  $X^2$  para las variables aumento de dolor postquirúrgico y alteración de oximetría de pulso con resultados de 32.709 con grados de libertad de 2, calculando así alfa = 7.8946 concluyendo que no existe correlación entre las variables y que los resultados de la muestra son producto exclusivamente del azar.

## DISCUSIÓN.

Las fracturas supracondíleas son las fracturas humerales más comunes en la edad pediátrica, algunos autores mencionan que ocupan el 65.4% de las fracturas del miembro superior (1); presentándose frecuentemente entre los 5 y 7 años de edad; en nuestro grupo de 6.18 años, con un rango de edad comprendido entre los 2 y los 12 y la mayor incidencia entre los 5 y los 8 años de edad, siendo estos datos muy similares a los hallados en la bibliografía revisada. (2, 3)

Este tipo de fracturas tiene una estrecha relación con la hiperlaxitud de ligamentos y la debilidad del hueso metafisario, debido a que esta última se remodela como consecuencia del crecimiento epifisario; por lo que la cortical y la estructura interna de la metáfisis son menos resistentes que en el adolescente y en el adulto. (4)

Con respecto al lado afectado, se pudo observar que el 77.5% de las lesiones fueron de la extremidad superior izquierda y 22.5% fue la extremidad derecha, coincidiendo con los datos obtenidos por Tobón P. (2) donde refiere que ocurren predominantemente en el lado no dominante, lo que se podría explicar por existir en la mayoría de los pacientes ser diestros y que el lado no dominante se utilice como defensa ante una situación de peligro.

Se observó que a los 5 años edad (22.5%), aumenta el riesgo de presentar una fractura de mayor severidad, lo anterior puede estar relacionado con que el niño a mayor edad, se vuelve más independiente y por lo tanto lo hace propenso a sufrir accidentes, como caídas de diferentes alturas. (3)

Si el tratamiento de las fracturas supracondíleas desplazadas se debe realizar de forma urgente o diferida, es un tema controvertido. Las fracturas supracondíleas de húmero desplazadas tipo III, son tratadas tradicionalmente como una urgencia. Se argumenta que un tratamiento precoz permite una reducción más anatómica, y una fijación estable que reduce las complicaciones futuras. Además el tratamiento de estas fracturas desplazadas en las primeras horas es más fácil, con una reducción del tiempo quirúrgico, y menor estancia hospitalaria con un mejor resultado. (21). El tiempo de atención (horas) se tuvo una media de 75.7 hr desde su ingreso a urgencias hasta la realización del procedimiento quirúrgico, con un rango entre 48 y 72 horas, encontrándose alteración en la oximetría de pulso en 5 pacientes a las 72 horas, encontrando lesión nerviosa en 2 pacientes que fueron atendidos a las 48 horas.

La decisión del tratamiento y el éxito depende del grado de desplazamiento, la calidad de la reducción, la habilidad de mantenerla y la estabilidad de la fractura, lo que disminuye la morbilidad.

El tratamiento estándar para las fracturas supracondíleas desplazada de humero (Gartland tipo II, III, IV) en niños es la reducción cerrada y fijación percutánea; existen un gran número de estudios que han descrito la lesión iatrogénica nerviosa, la cual se produce hasta el 11.3% (7) y la deformidad resultante del tratamiento de las fracturas supracondíleas en la población pediátrica a base de reducción cerrada y fijación percutánea con clavillos cruzados; aunque esta configuración es biomecánicamente más estable conlleva a un mayor riesgo de lesión iatrogénica del nervio cubital debido a la colocación del clavillo medial (8). Por el contrario, la configuración de 2 clavillos laterales conlleva a menor riesgo de lesión iatrogénica del nervio cubital, pero proporciona menos estabilidad biomecánica (8); Brauer y cols. (3) en su estudio muestra que la lesión iatrogénica del nervio se produjo en 41 (3,5%) de 1171 pacientes con clavillos cruzados y en 14 (1,9%) de 738 pacientes con clavillos laterales. La probabilidad de lesión iatrogénica del nervio era 1.84 veces mayor con colocación de clavos cruzados que con clavillos Kirschner laterales. En la mayoría de los pacientes con déficit neurológico identificado en el momento de la lesión, será temporal y se resuelve dentro de 6 a 12 semanas. (8)

En nuestro estudio se observó lesión nerviosa correlacionada con alteración en la oximetría de pulso, cinco pacientes (26.3%) tuvieron una lesión neurológica electromiográfica y clínicamente comprobada (Tabla 6); de los cuales 4 fueron hombres y 1 mujer. Los 5 pacientes con lesión neurológica presentaron lesión de un solo nervio: nervio cubital, 3 axonotmesis (60%), 2 neuropraxias (40%), esto varía evidentemente con lo reportado en otros estudios donde la lesión el nervio interóseo anterior es la más común, seguido por la lesión del nervio mediano, nervio radial, y lesión del nervio cubital. Tal como lo reporta Babal y cols. (12) Mayti y cols. (7) 2012 en su revisión sistemática refiere no haber encontrado diferencia significativa entre el uso de clavillos cruzados y laterales referente a pérdida de reducción, así como tampoco en la diferencia entre la técnica de colocación de los clavillos laterales o cruzados referente a la lesión nerviosa iatrogénica. (7) Este resultado nos obliga a revisar en detalle la técnica quirúrgica que estamos utilizando y a evaluar prospectivamente los resultados para disminuir la frecuencia de tal complicación. (21)

En nuestro estudio se aplicó la prueba de Chi cuadrada de Pearson para la correlación de lesión nerviosa y alteración en el registro de oximetría de pulso, obteniendo una  $p=0.0119$  ( $p<0.05$ ) y prueba exacta de Fisher con una  $p=0.018$ , que no es estadísticamente significativa en su correlación de la alteración de la

oximetría de pulso con el daño neural. Con resultados semejantes a los de Reuben Chee Cheong Soh en el 2013 (12) en donde se evalúa el uso de la oximetría de pulso como prueba diagnóstica y preventiva de complicaciones vasculares y nerviosas, concluyendo que el uso de la oximetría de pulso es una alternativa relativamente barata al uso ultrasonido Doppler o angiotomografía. Además, elimina la subjetividad al examinar los nervios periféricos en un niño ya asustado e irritable. Esto permite un diagnóstico y tratamiento precoz de complicaciones en los niños con una fractura supracondílea.

Es necesario realizar una cuidadosa evaluación neurológica para identificar lesiones nerviosas existentes antes del procedimiento quirúrgico y no confundirnos en el postoperatorio, sin embargo esta evaluación puede ser difícil a causa del dolor, ansiedad o la escasa cooperación en el examen, en particular en los niños de 3 a 4 años de edad. (21)

En la literatura se describe una frecuencia de 10% a 20% de lesiones vasculares asociadas con las fracturas supracondíleas del húmero (6); en nuestra serie, a pesar de haber estudiado sólo fracturas Gartland tipo III, no se hallaron lesiones de este tipo.

## **CONCLUSIONES.**

La correlación entre lesión nerviosa y alteración en la oximetría de pulso, tuvo un resultado estadísticamente significativo, lo que nos abre una posibilidad para realizar un estudio de prueba diagnóstica con un tamaño de muestra más grande y mayor seguimiento de los pacientes en la consulta externa.

Se detectaron lesiones neurológicas postoperatorias en el grupo de pacientes a quienes se les realizó la fijación con clavillos Kirschner cruzados.

El uso de la oximetría de pulso es una alternativa relativamente barata al ultrasonido Doppler y angiotomografía. Es una prueba fácil de realizar, además elimina la subjetividad al examinar los nervios periféricos en un niño ya asustado e irritable. Esto permite un diagnóstico y tratamiento precoz de complicaciones en los niños con una fractura supracondílea.

En nuestro estudio no obtuvimos resultados estadísticamente significativos en la correlación de la alteración de la oximetría de pulso con un incremento del dolor y edema en el postquirúrgico.

Esta serie presenta el perfil demográfico y del tratamiento de las fracturas supracondíleas del húmero distal en niños, con base en un grupo atendido en un año en el Hospital general Regional No. 2, esta información puede ser la base para futuros estudios con un número de muestra mayor.

El oxímetro de pulso es una excelente herramienta disponible en el departamento de urgencias y en el quirófano, y con este estudio se deja cabida a protocolos prospectivos sobre el tema, lo que pudiera llevar a considerar el oxímetro como una herramienta esencial en áreas de traumatología y ortopedia para ayudar al diagnóstico y prevención de posibles complicaciones en pacientes pediátricos con fractura supracondílea humeral tipo III de Gartland.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Oetgen ME, Mirick GE, Atwater L, Lovejoy JF. Complications and Predictors of Need for Return to the Operating Room in the Treatment of Supracondylar Humerus Fractures in Children. *Open Orthop J.* 2015;9:139–42.
2. Tobón P. Perfil demográfico y de tratamiento en. *latreia.* 2011;24(4):353–8.
3. Korompilias A V., Lykissas MG, Mitsionis GI, Kontogeorgakos VA, Manoudis G, Beris AE. Treatment of pink pulseless hand following supracondylar fractures of the humerus in children. *Int Orthop.* 2009;33(1):237–41.
4. Cuál H, la C, Existen R, Kendall T De, La DF, Gartland D, et al. Clasificación de las fracturas supracondíleas en niños: Gartland, AO y Holmberg. ¿Cuál tiene el mayor acuerdo interobservador. 2015;29(6):299–302.
5. Heal J, Bould M, Livingstone J, Blewitt N, Blom a W. Reproducibility of the Gartland classification for supracondylar humeral fractures in children. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2007;15(1):12–4.
6. Latz D, Grassmann J, Schiffner E, Gehrmann S, Duran M, Windolf J, et al. Postoperative brachial artery entrapment associated with pediatric supracondylar fracture of the humerus: a case report. *J Med Case Rep [Internet].* 2017;11(1):69.
7. Quick TJ, Sinisi M, Macquillan A, Fox M. Nerve injuries associated with supracondylar fractures of the humerus in children. 2016;98(6):851–6.
8. Vincelet Y, Journeau P, Popkov D, Haumont T, Lascombes P. The anatomical basis for anterior interosseous nerve palsy secondary to supracondylar humerus fractures in children. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2013;99(5):543–7.
9. Brahmamdam P, Plummer M, Modrall JG, Megison SM, Clagett GP, Valentine RJ. Hand ischemia associated with elbow trauma in children. *J Vasc Surg.* 2011;54(3):773–8.

10. Ege T, Turkkan S, Gunay C, Kulahci Y, Kurklu M. Late onset brachial artery thrombosis and total temporary peripheral neuropathy in a child with humerus supracondylar fracture: a case report. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2015;21(1):75–8.
11. Griffin KJ, Walsh SR, Markar S, Tang TY, Boyle JR, Hayes PD. The Pink Pulseless Hand: A Review of the Literature Regarding Management of Vascular Complications of Supracondylar Humeral Fractures in Children. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2008;36(6):697
12. Soh RCC, Tawng DK, Mahadev A. Pulse oximetry for the diagnosis and prediction for surgical exploration in the pulseless perfused hand as a result of supracondylar fractures of the distal humerus. *Clin Orthop Surg.* 2013;5(1):74–81.
13. John W Salyer MBA RRT-NPS FAARC. Pulse oximetry: Understanding its basic principles facilitates appreciation of its limitations. *Neonatal and Pediatric Pulse Oximetry*
14. Tarabadkar N, Iorio ML, Gundle K, Friedrich JB. The Use of Pulse Oximetry for Objective Quantification of Vascular Injuries in the Hand. *Plast Reconstr Surg.* 2015 Dec;136(6):1227-33.
15. Niederbacher Velásquez J, Garcia Niño M, Gómez Moya G. Valores de referencia de saturación arterial de oxígeno mediante pulso-oximetría en niños sanos de Bucaramanga\*. *MedUNAB.* 2003;6(17):63–9.
16. F. Puebla Díaz, Tipos de dolor y escala terapéutica de la O.M.S. Dolor iatrogénico. *Oncología Radioterápica. Instituto Madrileño de Oncología San Francisco de Asís Madrid, Oncología,* 2005; 28 (3):139-143.
17. Baldomero Flores-Villegas, Ivan FloresLazcano, María de Lourdes Lazcano-Mendoza, Edema. Enfoque clínico, Artículo de revisión. *Med Int Méx* 2014;30:51-55.

18. Cotran, R.S.; Kumar, V. y Collins T.: Robbins Patología Estructural y Funcional. 8ª edición. Robbins, S.L.; Cotran, R.S. y Kumar, V.: Patología Humana
19. Ángel Guerra-Márquez, María Guadalupe Carrillo-Montes. Conceptos básicos y premisas para calcular el tamaño de muestra. Rev Med Inst Mex Seguro Soc 2006; 44 (Supl 2): 67-69
20. Saraí Aguilar-Barojas. Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud Salud en Tabasco, vol. 11, núm. 1-2, enero-agosto, 2005, pp. 333-338.
21. V.E. Gómez Palacio, J. Gil Albarova, A. Herrera, Revisión y actualización del tratamiento de las fracturas supracondíleas de húmero en la infancia, Rev Esp de Cirugía Osteoarticular. Nº 255. Vol. 48. 2013

# ANEXOS

**ANEXOS.**

**ANEXO I. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

HOSPITAL GENERAL REGIONAL No. 2

ORTOPEDIA PEDIÁTRICA

**“CORRELACIÓN DE LA OXIMETRÍA DE PULSO CON LAS COMPLICACIONES EN PACIENTES PEDIÁTRICOS CON FRACTURA SUPRACONDÍLEA HUMERAL TIPO III DE GARTLAND”**

Nombre: \_\_\_\_\_

NSS: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Teléfono(s): \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Enfermedades crónicas: \_\_\_\_\_

Fecha de lesión: \_\_\_\_\_ Fecha de ingreso a urgencias: \_\_\_\_\_

Fecha de cirugía: \_\_\_\_\_ Izquierda ( ) Derecha ( )

RAFI ( ) RCFI ( ) CLAVILLOS K: CRUZADOS ( ) O LATERALES ( )

Análítica preoperatoria: HB: \_\_\_\_\_ HTO: \_\_\_\_\_ Plaquetas: \_\_\_\_\_ TP: \_\_\_\_\_

NEU: \_\_\_\_\_ % LEU: \_\_\_\_\_, GLU: \_\_\_\_\_

Análítica postoperatoria: HB: \_\_\_\_\_ HTO: \_\_\_\_\_ Plaquetas: \_\_\_\_\_ TP: \_\_\_\_\_

Sangrado Total: \_\_\_\_\_ ml Tiempo Quirúrgico: \_\_\_\_\_

Complicaciones y condiciones de la herida: \_\_\_\_\_

COMPLICACION SI ( ) NO ( )

EN CASO DE PRESENTARLA PREQX ( ) TRANSQX ( ) POSTQX ( )

COMPLICACIÓN PRESENTADA

Flictenas ( ) Edema ( ) Dolor ( ) L. Vascular ( ) L. Nerviosa ( )

Alteración Oximetría de pulso SI ( ) NO ( )

Registro de oximetría de pulso \_\_\_\_\_

Observaciones:

## ANEXO 2.

**TABLA 2. VALORES DE REFERENCIA NORMALES DE LA OXIMETRÍA DE PULSO POR GRUPO ETARIO.**

<b>GRUPO ETARIO</b>	<b>Promedio de SaO2</b>	<b>Rango</b>
<b>0 a 23 meses</b>	97.2 %	94.7 - 99.7%
<b>2 a 4 años</b>	97.4 %	94.7 - 100 %
<b>5 a 9 años</b>	97.5 %	95.1 – 99.8 %
<b>10 a 12 años</b>	97.7%	95.6 – 99.7 %

### **ANEXO 3.**

De acuerdo a la Ley general de Salud y al Reglamento de la ley general de salud sobre la investigación en seres humanos, la presente investigación es considerada como sin riesgo, debido a que se realizará mediante la revisión de expedientes y toma de datos, por lo que **NO REQUIERE CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.**