



Facultad de Medicina



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**HOSPITAL GENERAL DR. FERNANDO QUIROZ GUTIÉRREZ**  
**ISSSTE**

**“COMPARACIÓN DE LA FOTOTERAPIA LED VS FOTOTERAPIA  
CONVENCIONAL, COMO TRATAMIENTO DE HIPERBILIRRUBINEMIA  
NEONATAL”**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN:**  
**PEDIATRÍA**  
**PRESENTA:**

**LAURA GUADALUPE CASALES GALVAN**

**DIRECTORES DE TESIS**

**DR. JOSÉ LUIS HERNÁNDEZ GODÍNEZ**  
**DR. CARLOS RAMÍREZ VELÁZQUEZ**  
**DRA. NANCY GONZÁLEZ TAPIA**

**CIUDAD DE MÉXICO, 2016**

**HOSPITAL GRAL. DR. FERNANDO QUIROZ GUTIÉRREZ ISSSTE PEDIATRÍA**



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.

DR JOSE ANGEL ALBERTO LOZANO GRACIA  
DIRECTOR MEDICO

DR. CARLOS RAMÍREZ VELÁSQUEZ  
JEFE DE ENSEÑANZA

DRA LUCIA GAMEZ GALINDO  
CORRDINADORA DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA

DRA ARACELI FLORES GARCIA  
PROFESORA TITULAR DEL CURSO DE PEDIATRÍA

DR. JOSÉ LUIS HERNÁNDEZ GODÍNEZ  
ASESOR

DR. CARLOS RAMÍREZ VELÁZQUEZ  
ASESOR

DRA. NANCY GONZÁLEZ TAPIA  
ASESOR

LAURA GUADALUPE CASALES GALVÁN  
TESISTA

HOSPITAL GRAL. DR. FERNANDO QUIROZ GUTIÉRREZ ISSSTE PEDIATRÍA

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres Jorge y Guadalupe por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Mama gracias por ser mi ejemplo y por exigirme tanto, sin ti y sin tu amor esto no hubiera sido posible.

Carmelita gracias por llenar mi vida de alegría, por enseñarme a ser apasionada entregada y libre te amo con todo mi corazón. A mis hermanos Roque y Ramiro por enseñarme que aunque no estamos juntos podré contar con ellos siempre.

A mis tíos Paty y Vicente porque han tenido una palabra de aliento y un buen consejo para continuar con mi camino.

A mi tío Gerardo por ser un ejemplo en mi vida de constancia y perseverancia. Gracias tío porque sabes que sin tu apoyo incondicional esto no hubiera sido posible.

A mis tíos Lucia y Rubén les agradezco su amor, su sopita caliente después de una guardia y su apoyo en todo momento. A mi tíos Lulú y Tino porque durante tres años me cuidaron como su propia hija, me cobijaron y me brindaron su cariño. Tío Beto desde el cielo gracias por tu cariño, por desvelarte conmigo cuando tenía examen y por enseñarme que es sonreírle a la vida a pesar de todo.

Abuelo Vicente vives en mí y este logro es gracias a que siempre me enseñaste a luchar por lo que quiero y por haber creído en mí hasta el último momento.

A mis hermanos que escogí con el corazón Juli y Anabel gracias por su apoyo y su comprensión durante tantos años, por compartir fiestas, alegrías, risas y lágrimas, Alex tu sabes lo que significas para mí, estas en los momentos más importantes de mi vida y me apoyas en todas y cada una de mis locuras.

HOSPITAL GRAL. DR. FERNANDO QUIROZ GUTIÉRREZ ISSSTE PEDIATRÍA

A mis compañeros de residencia Fidel, Yunuen y Ricardo por enseñarme a amar la pediatría y hacerla parte de mi vida, gracias por su paciencia y por ser mis hermanos mayores, a mi pequeña Pame aprendo de ti día a día gracias por tu amistad incondicional, también agradezco a Toño, Pau, Pepe, Brenda, Pao, Andrés y Elizabeth porque sin ustedes estos años no hubiera sido lo mismo y cada uno han aportado una lección a mi vida.

Agradezco a los médicos adscritos Dra. Flores, Dra. Gámez, Dra. Beltrán, Dra. López, Dra. Fregoso. Dr. Arizmendi, Dra. Reyes, Dr. Lechuga, Dra. Jiménez, Dra. Rodríguez por que son parte de mi formación y siempre han estado al pendiente de que sea un gran médico pediatra. De manera especial le agradezco al Dr. Romero y a Claudia porque nunca dudaron en brindarme su apoyo y me impulsaron para iniciar y terminar mi trabajo de tesis, también reconozco al Dr. José Luis Hernández y a la Dra. Nancy González porque me apoyaron con sus conocimientos y le dieron fundamento a mi trabajo, así mismo agradezco al Dr. Carlos Ramírez porque reviso y corrigió los avances de tesis.

Finalmente agradezco infinito a mi grupo Ave Fénix porque juntos hemos renacido de las cenizas y hemos logrado sueños y metas en común gracias Paty, Juan Manuel, Mariana, Daniel por enseñarme a reinventarme todos los días, gracias Víctor, Laura, Aldo, Montse, Jessi, Rodo por acompañarme en todo momento y enseñarme que todo en la vida es manejable hasta el sueño y el cansancio. Que la vida se reduce a parar, mirar, elegir y tomar acción. Los amo con todo el corazón.

Y A todos los que en algún momento de mi formación profesional han participado y se han involucrado de una u otra manera GRACIAS.

Laura Guadalupe Casales Galván.

## **ÍNDICE**

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA</b>	
<b>2. METABOLISMO DE LA BILIRRUBINA</b>	
<b>3. FISIOPATOLOGÍA DE LA HIPERBILIRRUBINEMIA</b>	
<b>4. CLASIFICACIÓN DE LA HIPERBILIRRUBINEMIA NEONATAL</b>	
<b>5. TRATAMIENTO DE LA HIPERBILIRRUBINEMIA NEONATAL</b>	
<b>6. TRATAMIENTO DE LA HIPERBILIRRUBINEMIA NEONATAL</b>	
<b>7. FOTOTERAPIA</b>	
<b>7.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS</b>	
<b>7.2 MECANISMO DE ACCIÓN DE FOTOTERAPIA</b>	
<b>7.3 TIPOS DE FOTOTERAPIA</b>	
<b>II. DESARROLLO .....</b>	<b>20</b>
<b>1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.</b>	
<b>2. HIPÓTESIS Y OBJETIVO</b>	
<b>2.2 OBJETIVO GENERAL.</b>	
<b>2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.</b>	
<b>3. JUSTIFICACIÓN.</b>	
<b>4. MATERIAL Y METODOS</b>	
<b>5. ASPECTOS ÉTICOS</b>	
<b>6. DEFINICIÓN DE VARIABLES</b>	
<b>III. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>25</b>
<b>IV. CONCLUSIONES.....</b>	<b>34</b>
<b>V. ANEXOS.....</b>	<b>33</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>36</b>

HOSPITAL GRAL. DR. FERNANDO QUIROZ GUTIÉRREZ ISSSTE PEDIATRÍA

# CAPÍTULO I

## Introducción

## **I. INTRODUCCIÓN:**

La hiperbilirrubinemia es descrita como una alteración caracterizada por el desequilibrio entre la producción, transporte y/o eliminación de la bilirrubina. La mayoría de los recién nacidos experimentan un tiempo de retraso en la asimilación de la bilirrubina antes que sus propios hígados inicien efectivamente la conjugación de la misma, por lo que se puede manifestar una condición transitoria conocida como hiperbilirrubinemia fisiológica, que se presenta alrededor de 3 a 5 días después del parto y se resuelve después de 1 a 2 semanas. <sup>(1)</sup> Aunque generalmente es auto limitada, la hiperbilirrubinemia fisiológica requiere una evaluación constante. Los efectos tóxicos de la hiperbilirrubinemia para neonatos pueden incluir encefalopatía bilirrubínica aguda, con la manifestación retrócolis y opistótonos (hiperextensión del cuello con rigidez y arqueado de la espalda), estridores, incapacidad para alimentarse, apnea, convulsiones y muerte. <sup>(1,2,3)</sup>

El kernícterus que se convierte en un permanente estado de debilidad neurotóxica si sobrevivieron inicialmente, implica grados de retraso mental, sordera, movimientos anormales y parálisis cerebral. La ictericia se define como la coloración amarillenta de piel, mucosas y escleróticas debido a un aumento anormal de los niveles de bilirrubina en el cuerpo, la ictericia en conjunto con la hiperbilirrubinemia son marcadores de disfunción hepática. <sup>(1,2,4)</sup>

Los factores de riesgo para hiperbilirrubinemia reportados en las guías de Práctica clínica (IMSS-262-10); la lactancia materna no exitosa exclusiva con leche materna, pérdida de peso excesiva y deshidratación. Se reconoce que el céfalohematoma y la equimosis favorecen la presencia de ictericia. El 64% de los recién nacidos reingresan a los servicios de urgencias por hiperbilirrubinemia crítica. <sup>(5)</sup>

## **2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA**

Los pioneros en el estudio científico de la ictericia datan del siglo XVIII, con las observaciones de Baumes, el cual describió a 10 recién nacidos con ictericia. Baumes sospechaba que la aparición de la coloración amarilla de la piel se debía a un atraso en la evacuación de meconio. Otras descripciones fueron hechas a principios del siglo XIX, las

HOSPITAL GRAL. DR. FERNANDO QUIROZ GUTIÉRREZ ISSSTE PEDIATRÍA

cuales especulaban sobre este fenómeno sin bases firmes. En 1847, Hervieux realiza descripciones clínicas y anatomopatológicas en pacientes ictericos. Sus observaciones siguen vigentes hasta la fecha, como son la naturaleza esencialmente benigna de la ictericia en la mayoría de los casos, la aparición de la ictericia después del 2 a 4 día de vida y desaparición entre la 2ª y 4ª semana y la progresión cefalocaudal de la misma. Describe así mismo, coloración amarilla del tejido cerebral en 31 de los 44 casos de autopsia de pacientes que cursaron con ictericia. Sin embargo, toca a Johannes Orth, asistente de Virchow, hacer en 1875 la descripción clásica de lo que hoy conocemos como kernícterus.  
(1)

En 1947, Louis K. Diamond y cols., describieron la cateterización de la vena umbilical y la transfusión de reemplazo como tratamiento para la eritroblastosis fetal. (2)

En 1958, Cremer y colaboradores observaron que la exposición de niños prematuros a la luz del sol o luz azul fluorescente producía una disminución de la concentración sérica de la bilirrubina (3).

### **3. METABOLISMO DE LA BILIRRUBINA**

La bilirrubina es producida por 2 pasos catabólicos del grupo “Hemo” de la hemoglobina al degradarse en el sistema reticuloendotelial. La gran parte de los grupos hemo se obtienen por la destrucción fisiológica o patológica de los eritrocitos. La también llamada ferroprotoporfirina IX, la reducción de la biliverdina IXa a través de la biliverdina reductasa, resulta en la producción de bilirrubina IXa (2). La bilirrubina IXb, es el único isómero tóxico de la bilirrubina.

Químicamente la bilirrubina está formada por cuatro anillos pirrólicos unidos a través de enlaces de carbono, de estructura estereoquímica, casi simétrica, está determinada por la presencia de grupos hidrofílicos, como los ácidos propiónicos, los cuales forman grupos funcionales que pueden ionizarse dependiendo del plasma del pH, la bilis o la orina, condicionando la forma de esta molécula. Por otro lado, los grupos hidrofílicos

interactúan por medio de puentes de Hidrógeno y hacen que se asemeje molécula una forma espacial de libro semi-abierto<sup>(2)</sup>.

El modelado intramolecular de compuestos hidrogenados, que virtualmente satura a los grupos polares hidrofílicos, provoca que a un pH fisiológico la bilirrubina no conjugada no sea soluble en agua. De este modo la bilirrubina tiene propiedades lipofílicas que le ayudan a cruzar fácilmente las membranas celulares, es por ello que fácilmente cruza la membrana placentaria y la barrera hematoencefálica. Grupos polares similares como los isómeros b y d de la bilirrubina se producen de manera natural y son los subproductos que más se producen cuando un neonato es sometido a fototerapia facilitando la excreción de los mismos <sup>(2)</sup>.

#### **4. FISIOPATOLOGÍA DE LA HIPERBILIRRUBINEMIA**

La producción de bilirrubina en el neonato está aumentada debido a la gran masa eritrocitaria del mismo y a la vida media del eritrocito que es menor comparada con la del adulto aproximadamente el 75% del total de bilirrubina se produce por este medio, el otro 25% es producto de eritropoyesis ineficaces y la descomposición de otros compuestos que contienen grupo hemo, como la mioglobina o los citocromos. La bilirrubina no conjugada es transportada al hígado a través de la unión reversible con la albúmina sérica, la fracción resultante se le denomina bilirrubina indirecta o no conjugada. En el retículo endoplásmico liso del mismo, se conjuga con glucorónido, y en presencia del cofactor uridina difosfato (UDP), la enzima uridina difosfoglucoronil acetiltransferasa, cataliza la bilirrubina hidrofóbica en monoglucorónidos de bilirrubina conjugados, los cuales se denominan bilirrubina directa <sup>(2)</sup>.

La Bilirrubina no conjugada libre exhibe una amplia gama de toxicidad a muchos tipos de células, particularmente las células neuronales. Todos los efectos tóxicos conocidos de la bilirrubina se relacionan por su unión defectuosa a albúmina. La Toxicidad cerebral (kernicterus) de la bilirrubina se produce cuando la relación molar entre la bilirrubina y albúmina excede 1-0. En los recién nacidos, los niveles séricos de bilirrubina no conjugada por encima de 340 mmol / l (20 mg / dl) generalmente se consideran peligrosos. La

HOSPITAL GRAL. DR. FERNANDO QUIROZ GUTIÉRREZ ISSSTE PEDIATRÍA

inmadurez de la barrera hematoencefálica en neonatos tradicionalmente ha sido implicada como una causa de susceptibilidad a kernicterus, pero la menor eliminación de la bilirrubina desde el cerebro puede desempeñar un papel importante <sup>(4)</sup>.

La expresión clínica del kernicterus clásico corresponde a una neuropatía selectiva. Los trastornos del movimiento (disonía, atetosis, y a veces la espasticidad) corresponden a lesiones en los ganglios basales, específicamente el globo pálido y el núcleo subtalámico, el cerebelo y los núcleos del tronco cerebral que tienen que ver con el tono basal y la función vestibular. La disfunción auditiva (pérdida auditiva, sordera) se asocia con lesiones de los núcleos auditivos del tronco cerebral, y el deterioro del tercer nervio craneal se asocia con daños en tronco encefálico de los núcleos oculares <sup>(4)</sup>.

La Ictericia neonatal es el término que designa todas las situaciones en las que la bilirrubina sérica está suficientemente aumentada para que la piel y/o la esclerótica ocular estén por lo menos ligeramente amarillas. En la mayoría de los recién nacidos se asocia con bilirrubinemia mayor a 5 mg/dl. La ictericia clínica generalmente progresa en dirección cefalocaudal proporcionalmente al aumento de la hiperbilirrubinemia.

El 60-70% de los RN presentan ictericia clínica en la primera semana de vida. Los primeros tres días de vida, la ictericia neonatal afecta al 60% de los niños nacidos a término y al 80% de los pretérmino. La ictericia neonatal es un síndrome secundario a muchos factores, teniendo como principal causante un desequilibrio entre la producción de bilirrubinas y su eliminación. Entre los principales factores que provocan un aumento de la incidencia podemos nombrar la alimentación con leche materna, probablemente a causa de los elevados niveles de beta-glucuronidasa que contiene la misma, además de una mayor concentración de la enzima en el intestino de los neonatos. De esta manera hay una mayor reabsorción de bilirrubina no conjugada a través de la circulación entero hepática, de esto resulta que es 3 y 6 veces más probable que aparezca ictericia y que progrese, respectivamente, en neonatos alimentados a pecho.

Se han descrito algunas circunstancias que tienen mayor asociación para el desarrollo de ictericia severa. Los factores de riesgo que se han relacionado con la aparición de hiperbilirrubinemia severa son:

- Presencia de ictericia en las primeras 24 h de vida (con mayor riesgo de presentar niveles de bilirrubina superiores a 25 mg/dl)
- Alimentación con leche materna
- Edad gestacional menor a 38 semanas (entre 35-36 semanas, inversamente proporcional a la edad gestacional)
- presencia de ictericia en hermanos previos
- Presencia de contusiones o cefalohematomas
- Incompatibilidad a grupo y factor Rh a ABO y la deficiencia de G 6PD.

Los RN prematuros son más propensos a esta entidad, así como al desarrollo de complicaciones a nivel sistema nervioso central, por factores como el bajo nivel de albúmina sérica, una unión poco estable de bilirrubina-albúmina, menor actividad de la UDPG, una barrera hematoencefálica inmadura, hiperbilirrubinemia secundaria a asfixia perinatal, infecciones, hiperosmolaridad, hipercapnia, lo cual incrementa la permeabilidad de la barrera hemato-encefálica.

Dentro de los factores maternos: tabaquismo, diabetes (RN macrosómicos tienen más probabilidad de presentar ictericia, madres diabéticas tienen el triple de glucoronidasa en su leche que las no diabéticas). Inducción y aumento del trabajo de parto con oxitocina, anestesia epidural con bupivacaina, diazepam, cesárea, transfusión placentaria e hiperviscosidad

Factores neonatales: Bajo peso y menor edad gestacional, género masculino. la disminución del ingreso calórico, pérdida de peso en los primeros días de vida por aumento de la circulación entero hepática de bilirrubina.

Existen otras causas de hiperbilirrubinemia frecuentes en recién nacidos como; incompatibilidad sanguínea materno-fetal (ABO o Rh). Anomalías en la morfología del eritrocito. Déficit enzima glucosa-6-fosfato-deshidrogenasa (G6PD), sepsis, hemólisis, hematomas y hemorragias. Incremento en la Reabsorción Intestinal por retraso en la alimentación gástrica en RN enfermos o la presencia de obstrucción intestinal total y parcial y policitemia.

## **5. CLASIFICACIÓN DE LA HIPERBILIRRUBINEMIA NEONATAL**

Criterios de ictericia neonatal fisiológica: Aparición a partir del 2º día.

Cifras máximas de bilirrubina inferiores a 13 mg/dl en RN a término alimentados con leche de fórmula, 17 mg/dl en RN a término alimentados con leche materna, 15 mg/dl en RN pretérmino alimentados con leche de fórmula. El incremento diario de bilirrubina no debe ser superior a 5 mg/dl.

Ictericia no fisiológica. Se produce en las primeras 24 horas de vida, en presencia de un incremento superior a los 0,5 mg% por hora o los 5 mg% diarios; o bien, en caso de que supere los 15 mg% o 10 mg% en neonatos a término y pretérmino, respectivamente. También se considera que la ictericia es patológica cuando hay evidencia de hemólisis aguda o si persiste durante más de 10 o 21 días, respectivamente, en recién nacidos a término o pretérmino.

La presencia de la coloración icterica de la piel puede ser el único signo clínico. Su aparición sigue una distribución céfalo-caudal.

## **6. TRATAMIENTO DE LA HIPERBILIRRUBINEMIA NEONATAL**

En 2004 el Comité Provisional de Mejora en la Calidad y el Subcomité de Hiperbilirrubinemia de la Academia Americana de Pediatría crearon un consenso en el manejo de la hiperbilirrubinemia en el recién nacido, centrándose en los siguientes puntos:

HOSPITAL GRAL. DR. FERNANDO QUIROZ GUTIÉRREZ ISSSTE PEDIATRÍA

- Promover y apoyar la lactancia materna;
- Establecer protocolos para la identificación y evaluación de la hiperbilirrubinemia.
- Cuantificar la bilirrubina sérica total o medirla vía transcutánea en RN con ictericia en las primeras 24 h de vida.
- Reconocer que la estimación visual del grado de ictericia puede llevar a errores, particularmente en los RN con pigmento oscuro.
- Interpretar todos los niveles de bilirrubina de acuerdo a la edad del RN en horas.
- Reconocer que los RN con menos de 38 semanas de gestación, particularmente aquellos alimentados al seno materno, están en mayor riesgo de desarrollar hiperbilirrubinemia y requieren vigilancia más estrecha y monitoreo; Desarrollar una valoración sistemática en todos los neonatos antes del alta para el riesgo de hiperbilirrubinemia severa; informar a los padres de forma verbal y escrita sobre la ictericia neonatal.
- Otorgar seguimiento apropiado basado en la edad del alta y el riesgo.
- Tratar a los RN ictericos con fototerapia o exanguinotransfusión cuando este indicado <sup>(8)</sup>.

El uso de percentiles para los niveles de bilirrubina según la edad postnatal en horas, permite clasificarlos según alto riesgo, riesgo intermedio y bajo riesgo, y de acuerdo a ello decidir el tratamiento.

La medición de monóxido de carbono al final de la espiración, pueden confirmar la presencia o ausencia de hemólisis.

Cuando un RN está recibiendo fototerapia o sus niveles séricos de bilirrubinas incrementan rápidamente, sin poder explicarlo por la historia clínica o la exploración física, debe buscarse la causa de esta. Si la fracción directa se encuentra elevada, debe solicitarse un examen de orina y urocultivo, así como pruebas para sepsis, si así lo sugiere el cuadro clínico <sup>(8)</sup>.

Las alternativas para el tratamiento de la hiperbilirrubinemia son las siguientes:

- Fototerapia
- Exanguinotransfusión
- Terapia Farmacológica

## **7. FOTOTERAPIA**

### **7.1 Antecedentes Históricos**

La fototerapia utilizando el sol como fuente de luz terapéutica, fue inicialmente introducida por los antiguos griegos, hace más de 3000 años. La fototerapia, en pediatría, alcanzó su auge antes de la introducción de la vitamina D sintética en el tratamiento del raquitismo. En 1956, la enfermera pediátrica, J. Ward, encontró la “sanación” de la ictericia neonatal con la exposición a la luz solar, y desde entonces la fototerapia nos ha ayudado a evitar la hiperbilirrubinemia del recién nacido. Los años 70 han llevado a la práctica de la medicina el desarrollo del láser y foto quimioterapia. Actualmente es la terapéutica de elección y la más difundida para el tratamiento de la ictericia neonatal. Su administración redujo en gran medida el uso de la exanguinotransfusión y no se demostraron efectos adversos en la evolución alejada de los niños tratados. <sup>(6)</sup>

### **7.2 Mecanismo De Acción De Fototerapia**

Fotooxidación: destrucción física de la bilirrubina, en productos más pequeños y polares para ser excretados.

Fotoisomerización: es la vía principal de excreción, en la que la bilirrubina permanece igual pero con distinta conformación espacial (Lumibilirrubina). <sup>(7)</sup>

La eficacia de la fototerapia dependerá de la longitud de onda (400 a 520 nm), siendo la luz azul la mejor para penetrar la piel, la irradiancia se cuantifica en  $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ , la distancia entre la lámpara y el paciente y la superficie de pie expuesta al menos 80% de

superficie corporal. La fototerapia por más de 40 años es el estándar de oro como tratamiento para hiperbilirrubinemia. <sup>(8)</sup>

El RN debe estar desnudo, exponiendo toda su piel a la luz. Se recomienda compensar el aumento de las pérdidas insensibles de agua, que se produce al estar expuesto a la fototerapia. Cubrir los Ojos, la luz continua puede tener efectos deletéreos sobre el niño. Control térmico cada 6 horas. <sup>(7)</sup>

La administración en forma continua como intermitente demostró tener la misma eficacia terapéutica. <sup>(7)</sup>

Se reportó un estudio prospectivo de 5 años, en el 2010 en la Academia Americana de Pediatría, donde hacen referencia que en pacientes con bilirrubinas totales de entre 25-30mg/dl, al usar fototerapia, no especifica qué tipo de luz, presentan una disminución considerable de encefalopatía por hiperbilirrubinemia. <sup>(9)</sup>

### **7.3 TIPOS DE FOTOTERAPIA**

La eficacia de la fototerapia depende de la absorción de fotones de luz por las moléculas de bilirrubina. Sin embargo, sólo la luz de ciertos colores o longitudes de onda puede ser absorbida por la bilirrubina. Dado que la bilirrubina es un pigmento amarillo, durante la fototerapia de color azul y verde absorben mejor las moléculas de bilirrubina que la luz blanca porque sólo una fracción de la luz blanca actúa sobre la bilirrubina. Se encuentran en el mercado varios tipos de fototerapia que van desde lámparas fluorescentes de color blanco (luz de día), turquesa y azul, lámparas de halógeno, dispositivos de fibra óptica/halógeno y desde hace varios años fototerapias de luz emitida por diodo (LED) de color azul. <sup>(7)</sup>

En la fototerapia convencional, la dosis de irradiación es típicamente 6 a 12  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  de área de superficie corporal expuesta por nm de longitud de onda (425 a 475 nm) y con fototerapia intensiva que es 30  $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ . Para los niveles de BST > 20 mg/dL, la fototerapia se debe administrar continuamente, hasta que la BST se encuentren por debajo de 20 mg/dL. Múltiple tipos de unidades de fototerapia que se utilizan hoy en día

contienen luz del día, blanco frío, azul, o fluorescente, tubos especiales de color azul o lámparas halógenas. Las mantas de fibras ópticas son también disponibles y proporcionan una luz en la región azul-verde. Así mismo, diversos estudios han tratado de probar la eficacia entre estos tipos de dispositivos; por ejemplo, estudios donde se usan bandas de fibra óptica refieren tener varias ventajas sobre la fototerapia convencional, ya que se minimizan las dificultades en los neonatos pudiendo ser envueltos con la manta de fibra óptica y colocando al bebé dentro de las mantas o ropa; además de no generan calor. <sup>(10)</sup>

En algunos estudios en niños con bajo peso al nacer, la fototerapia de fibra óptica ha sido tan eficaz como la convencional, pero es menos eficaz cuando se compara con fototerapia con lámparas especiales de color azul; además, no son convenientes en niños de término porque la superficie a irradiar es menor por el tamaño del niño. Por otro lado, cuando se comparan tubos convencionales fluorescentes azules con lámparas compactas de color azul no hay diferencias entre ambas. Sin embargo, la luz fluorescente azul es bien aceptada; es la fuente más eficaz en la reducción de la BST, ya que suministra luz en el espectro azul-verde, penetra, bien en la piel y se absorbe al máximo; solamente tiene por inconveniente el desgaste de las lámparas, las cuales deben ser cambiadas cada cierto tiempo. <sup>(10)</sup>

Se ha comparado, la luz LED azul-verde, LED azul y halógeno las cuales han servido eficazmente para disminuir índices de bilirrubina, sin tener diferencias entre los tres dispositivos; Sarin M. y cols. Reportan un estudio en la revista *Indian Pediatrics*, "*Randomized controlled trial of compact fluorescent lamp versus standard phototherapy for the treatment of neonatal hyperbilirubinemia*". Donde se comparan los dispositivos de LED con los dispositivos de halógeno, refiriéndose a sus longitudes de onda y su irradiación, alcanzando los focos LED azul una irradiación de  $> 200 \text{ mW/cm}^2/\text{nm}$  a 10 cm, una longitud de onda de 459 nm y medio espectral de 22 nm. Los LED azul-verde tuvieron la longitud de onda de 505 nm, medio espectral de 38 nm, mientras que el halógeno fue de 450 nm la longitud de onda y  $5-8 \text{ mW/cm}^2/\text{nm}$ . Concluyendo que la eficacia de la

fototerapia depende de la dosis y la longitud de onda de la luz utilizada y el área de superficie expuesta. <sup>(3)</sup>

En el hospital Materno Infantil “Ramón Sardá” en Buenos Aires Argentina, se realizó un estudio en 165 recién nacidos de término, o cercanos al término, donde se aplicó fototerapia con equipos de tubos de luz azul ( $30\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ ) y fototerapia de luz led con irradiancia de  $30\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$  y  $40\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ , en los que se observó que este último reduce en 12 horas la duración del tratamiento. <sup>(11)</sup>

En Tamaulipas México en 2013, se empleó la fototerapia con tubos fluorescentes azules, la fibra óptica (Biliblanket™) y el panel de LED Vecttor® se innovó para que emitiera exclusivamente luz azul y se adaptó a manera de fototerapia; con longitud de onda de 470 nm. entre el grupo de fototerapia azul y LED los resultados no mostraron diferencias estadísticas significativas. <sup>(10)</sup>

La eficacia de la fototerapia depende de la dosis y la longitud de onda de la luz utilizada y el área de superficie expuesta.

La fototerapia se asocia a efectos secundarios en los neonatos como hipertermia y deshidratación y en el personal de enfermería con vértigo y cefalea, más evidentes con el uso de las unidades convencionales. <sup>(3)</sup>

Los tipos de luz utilizados son la fibra óptica versus los focos de halógeno; la idea es que la longitud de onda sea lo más parecida posible a la luz azul, que es la fototerapia más eficaz. En la actualidad se sabe que se debe aumentar el área de superficie cutánea y aumentar la irradiación, de modo que tenga una intensidad mayor de 30 microwatts/cm, para mejorar la disminución de la bilirrubina. Además, se ha disminuido la distancia a la cual se coloca la fototerapia a 10 ó 15 cm (antes se colocaba a 20 cm). Por lo tanto, el neonato debe estar lo más cerca posible, sin que le produzca hipertermia. Con la luz azul, el hecho de disminuir la distancia aumenta el espectro de radiación a niveles sobre 30, lo cual es el objetivo, ya que mientras mejor es la radiación, disminuye más la bilirrubina. Si se administran entre 30 a 35 microwatts/cm, el nivel de bilirrubina puede disminuir hasta 45% en un día. <sup>(12)</sup>

HOSPITAL GRAL. DR. FERNANDO QUIROZ GUTIÉRREZ ISSSTE PEDIATRÍA

En la base de Cochrane se revisaron seis ensayos controlados aleatorizados, donde se compararon la fototerapia de luz LED y luz convencional, llegando a la conclusión de que esta primera es más efectiva para tratar hiperbilirrubinemia grave o ictericia hemolítica. (13)

La fototerapia de LED es tan efectiva como la fototerapia de luz azul, según un estudio que se realizó en el Hospital William Beaumont, de EUA “Randomized controlled trial of light-emitting diode phototherapy”. (14)

Los efectos adversos descritos son: aumento de las pérdidas insensibles; aumento del tránsito intestinal; No se ha descrito mortalidad; irradia cinco veces menos que una radiografía común y no afecta el crecimiento. O sea, tiene pocos efectos adversos y muchas ventajas. (12)

Los efectos indirectos mediados por foto receptores incluyen alteraciones del ritmo cardiaco, diarrea (se presenta en el 9.5% en niños sometidos a fototerapia) se argumenta como explicación de la diarrea, que los isómeros de bilirrubina son moléculas más polares e hidrofílicas que la molécula original y al ser excretada en forma de sales biliares, aumenta la perístasis induciendo la mucosa a secretar más sodio intraluminal y agua dando lugar a diarrea secretora (15).

Con la fototerapia se ha visto que incrementan los casos de eritema en el neonato, así como inestabilidad en la temperatura. Se describe en la literatura que al usar la luz led, se disminuyen las emisiones de radiación ultravioleta e infraroja. (16)

Se reportan también lesiones purpura o erupciones bullosas en el síndrome colestásico severo, que reciben fototerapia o en neonatos con diagnóstico de porfiria congénita y antecedentes heredo familiares de porfiria donde se contraindica de manera absoluta, el uso de fototerapia. (17)

En uno de los casos reportados en la mayoría de los estudios donde se debe suspender la fototerapia es al momento de presentar colestasis o que incrementa los controles séricos de bilirrubina directa ya que provoca el síndrome del niño bronceado que se caracteriza por coloración grisácea marrón de la piel, plasma y orina. (17)

HOSPITAL GRAL. DR. FERNANDO QUIROZ GUTIÉRREZ ISSSTE PEDIATRÍA

En el 2014 se realizó un estudio en Brasil, “LED versus daylight phototherapy at low irradiance in newborns >35 weeks of gestation: randomized controlled trial, es igual de efectiva la luz led que la luz fluorescente para disminuir los niveles de bilirrubina total, sin embargo se presentó hipotermia por tratarse de una luz fría. <sup>(18)</sup>

En el 2015 se reporta un estudio con una muestra de 64 recién nacidos pretermino, donde se obtiene como resultado que la luz led es efectiva como tratamiento de hiperbilirrubinemia pero que además disminuye considerablemente efectos adversos, gasta menor energía, disminuye costos y las lámparas tienen una vida más larga en comparación con la fototerapia convencional. <sup>(19)</sup>

# CAPÍTULO II

## Desarrollo

## **II. DESARROLLO**

### **8. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.**

En el servicio de pediatría del hospital Dr. Fernando Quiroz el ingreso de pacientes por hiperbilirrubinemia neonatal es una de las causas más frecuentes de morbilidad que requirieren tratamiento con fototerapia con luz convencional, en la bibliografía se refiere que este tipo de luz disminuye los niveles de bilirrubina en promedio entre 5-7 días, por lo que se busca comparar el tratamiento con luz led, para determinar si esta disminuye el nivel de bilirrubina en menor tiempo y los efectos secundarios que esta causa en el neonato.

¿Es la luz led en comparación con la luz convencional mejor como tratamiento para hiperbilirrubinemia neonatal?

### **2. HIPÓTESIS Y OBJETIVO**

La luz LED es más segura y eficaz en el tratamiento para hiperbilirrubinemia neonatal, en comparación con la luz convencional, usada en la unidad de cuidados intensivos neonatales, así como en la sala de urgencias pediatría de un hospital de segundo nivel.

#### **2.2 OBJETIVO GENERAL.**

Comparar la eficacia, seguridad y riesgos entre la luz led y la luz convencional en el tratamiento de hiperbilirrubinemia neonatal, en pacientes candidatos a la misma en el hospital Fernando Quiroz.

#### **2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

Conocer la incidencia de recién nacidos con hiperbilirrubinemia neonatal, en el servicio de urgencias pediatría y en la unidad de cuidados intensivos neonatales.

Determinar los efectos secundarios con el uso de fototerapia convencional y fototerapia de led en el recién nacido.

### **3. JUSTIFICACIÓN.**

De acuerdo al alto impacto de las complicaciones, la morbilidad que tiene la hiperbilirrubinemia en el recién nacido y la necesidad de disminuir los efectos secundarios asociados al uso de fototerapia, en los servicios de urgencias y unidad de cuidados

HOSPITAL GRAL. DR. FERNANDO QUIROZ GUTIÉRREZ ISSSTE PEDIATRÍA

intensivos neonatales, del hospital Dr. Fernando Quiroz buscamos con este trabajo comparar los beneficios de la fototerapia con luz led con la fototerapia convencional

#### **4. MATERIAL Y METODOS**

El diseño se trata de un ensayo clínico controlado simple ciego. Se obtuvo una muestra por conveniencia de 18 pacientes, 9 se expusieron a lámpara de fototerapia convencional (control) y nueve pacientes se expusieron a lámpara de fototerapia Led (grupo experimental), que cumplieron con los criterios de inclusión y con los criterios de las Guías NICE de tratamiento para hiperbilirrubinemia neonatal.

Estos pacientes estuvieron hospitalizados en el área de Urgencias Pediatría, en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales o en el área de Alojamiento Conjunto, al mostrar clínicamente un Kramer III, se solicitaron exámenes de laboratorio tales como biometría hemática, electrolitos séricos, bilirrubinas totales, bilirrubinas indirectas y directas así como examen general de orina, dicha captura se realizó en el Hospital General Dr. Fernando Quiroz Gutiérrez, ISSSTE durante un año comprendiendo del 1 junio 2015 a 30 de mayo 2016, posteriormente al requerir tratamiento con fototerapia se realizó la selección aleatorizada de la muestra y se inicia tratamiento con fototerapia convencional o fototerapia de Led, se excluyeron del estudio aquellos pacientes que presentaban Ictericia clínica pero con hiperbilirrubinemia a expensas de directa, sospecha clínica de malformaciones congénitas relacionadas con hiperbilirrubinemia, niveles extremos de bilirrubinas en los cuales la fototerapia no sea el tratamiento de primera elección, reactantes de fase aguda positivos a infección, PCR y VSG, Errores innatos del metabolismo y recién nacidos de más de 10 días de vida extrauterina. Se solicitó consentimiento informado a los padres para entrar a este protocolo de estudio, siguiendo los protocolos de Helsinki. La información recabada a partir de la observación en las áreas antes mencionadas, se registró en papel de forma manual a través del formulario de recolección de datos y exámenes de laboratorio que se realizaron el ingreso y cada 24 horas hasta que se suspendió el tratamiento con fototerapia tanto convencional como Led, ambas lámparas a una distancia de 40 cm del paciente, longitud de onda 450-465 nm, una irradiancia de  $40\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ , requiriendo de fototerapia convencional dos lámparas para alcanzar dicha irradiancia, el color del foco fue azul.

Se registró el tiempo de inicio de fototerapia, así como el tiempo final, se realizó control de líquidos, cuantificación de uresis horaria y gasto fecal, así como pérdidas insensibles cada 24 horas, se registró el inicio del peso de paciente y el peso final, y los estudios de

laboratorio antes mencionados, no se reportaron complicaciones en los paciente, como efecto de niño bronceado, deshidratación, oliguria, quemaduras o lesiones dérmicas.

Se utilizo Microsoft Excel 2010, para la recolección de datos, posteriormente se hizo un análisis estadístico, se realizó medidas de tendencia central y de variación, Tests de *U de Mann Whitney*, *Anova* además se utilizó Regresión Lineal.

## 5. ASPECTOS ÉTICOS

Debido al tipo de estudio que se llevó a cabo, el riesgo de éste trabajo fue mínimo puesto que se estuvo en constante vigilancia de variables que pudieran condicionar una agravamiento del paciente. La recopilación de la información se efectuó previo consentimiento informado y con total confidencialidad.

## 6. DEFINICIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICION OPERACIONAL	MEDICION
SDG	CUANTITATIVA DISCRETAS	SEMANAS
HORAS DE VIDA EXTRAUTERINAS	CUANTITATIVA DISCRETAS	HORAS
SEXO	CUALITATIVA NOMINAL	FEMENINO 1 MASCULINO 2
HORAS DE TRATAMIENTO CON FOTOTERAPIA	CUANTITATIVA DISCRETAS	HORAS
PESO AL NACIMIENTO	CUANTITATIVA CONTINUO	KG
PESO AL INICIO DEL TRATAMIENTO	CUANTITATIVA CONTINUO	KG
PESO AL TERMINO DE LA FOTOTERAPIA	CUANTITATIVA CONTINUO	KG
BINOMIO	CUALITATIVA NOMINAL	GRUPO Y RH DE MAMA Y BEBE
BILIRRUBINA TOTAL	CUANTITATIVA CONTINUO	MG/DL
BILIRRUBINA INDIRECTA	CUANTITATIVA CONTINUO	MG/DL
HEMOGLOBINA	CUANTITATIVA CONTINUO	MG/DL
HCT	CUANTITATIVA CONTINUO	%
EGO: DENSIDAD URINARIA	CUANTITATIVA CONTINUO	PART/ML
ELECTROLITOS SERICOS:NA	CUANTITATIVA DISCRETA	MEQ/L
GASOMETRIA: PH	CUANTITATIVA CONTINUO	

HOSPITAL GRAL. DR. FERNANDO QUIROZ GUTIÉRREZ ISSSTE PEDIATRÍA

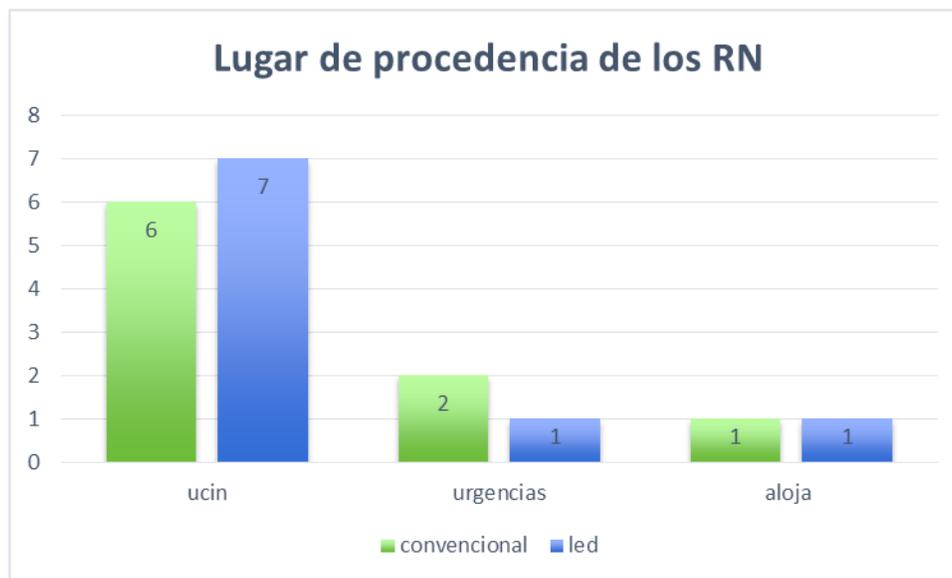
<b>TEMPERATURA</b>	CUANTITATIVA CONTINUO	GRADOS C°
<b>URESIS HORARIA</b>	CUANTITATIVA CONTINUO	ML/KG
<b>GASTO FECAL</b>	CUANTITATIVA CONTINUO	ML/KG
<b>PERDIDAS INSENSIBLES</b>	CUANTITATIVA CONTINUO	ML
<b>REACCIONES DE FOTOSENSIBILIDAD</b>	CUALITATIVA NOMINAL	SI/NO
<b>TIPO DE FOTOTERAPIA</b>	CUALITATIVA NOMINAL	LED 1 HALOGENO 2
<b>DIAS DE USO DE FOTOTERAPIA</b>	CUANTITATIVA DISCRETA	DIAS

# CAPÍTULO III

## Análisis y discusión de resultados

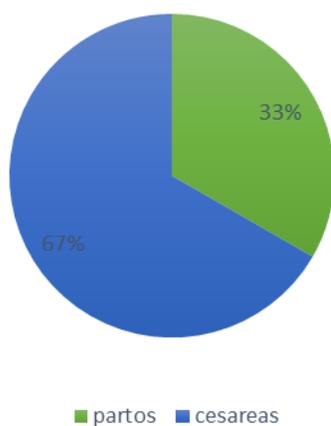
### III. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se estudiaron 18 recién nacidos, de los cuales el 67% procedían de la unidad de cuidados intensivos neonatales, 22% de urgencias pediátrica y 11% de alojamiento conjunto.

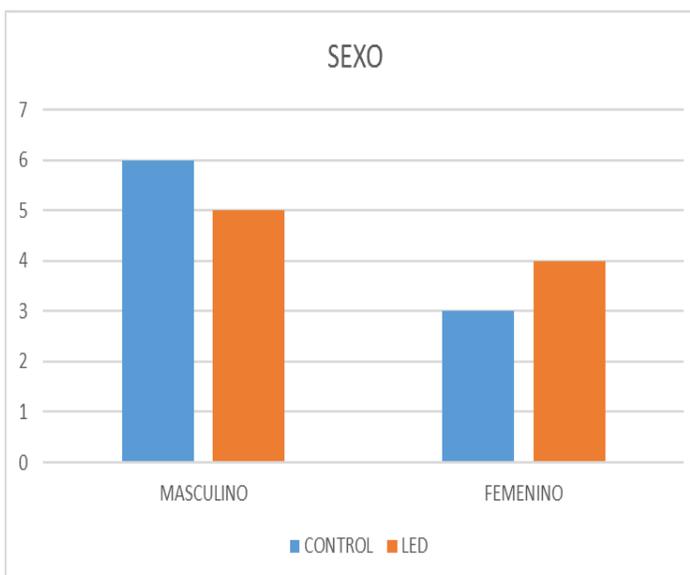


Se identifican de acuerdo al tipo de nacimiento 67% por cesárea y el 33% por parto eutócico. Con respecto al género, se reportan 11 pacientes de sexo masculino representando el 61% y 7 del sexo femenino equivalente al 39% de la población en estudio.

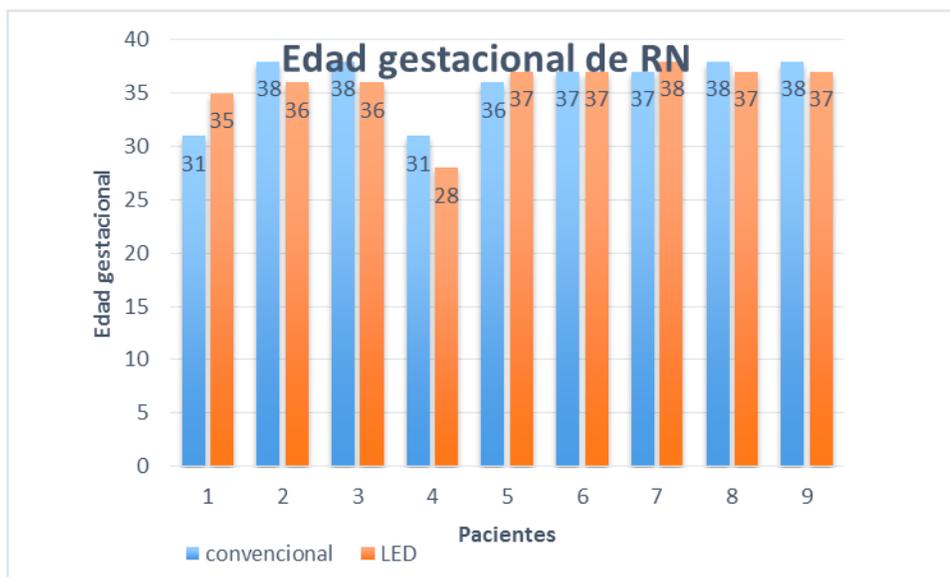
#### Tipo de nacimiento



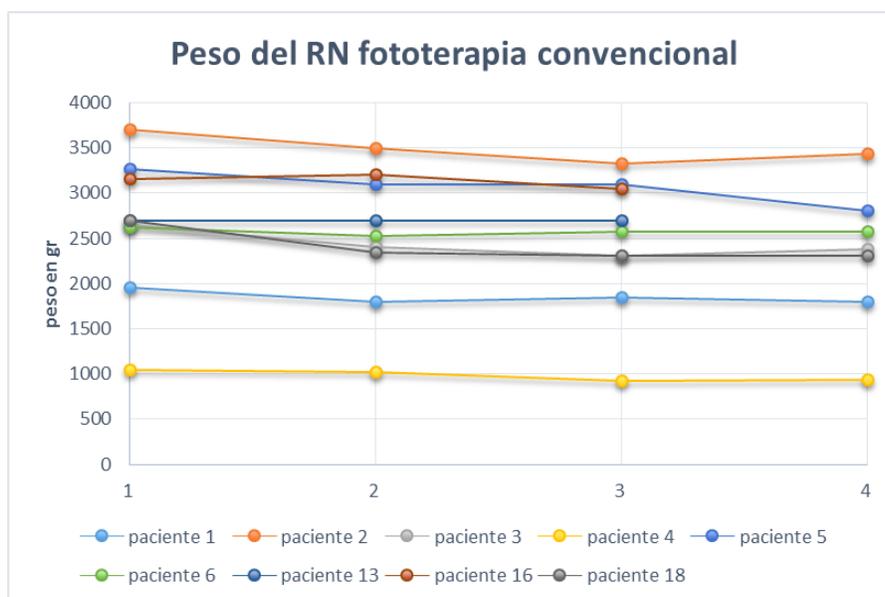
#### SEXO

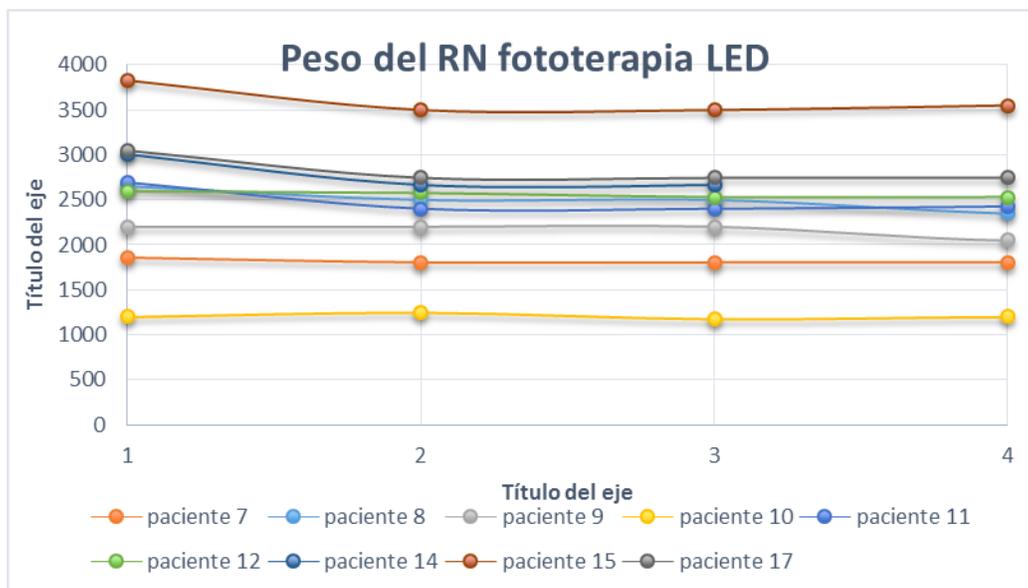


En cuanto a las semanas de gestación, el promedio de edad gestacional con tratamiento de fototerapia convencional fue de 36 semanas y el promedio de pacientes con tratamiento con fototerapia de led fue de 35.6 semanas, siendo los rangos de edad gestacional para terapia convencional de 31 a 38 semanas y con fototerapia de led de 28 a 38 semanas de gestación.



En relación al peso y al tipo de tratamiento, se demuestra que en las primeras 24 horas, existe una pérdida de peso con tratamiento de fototerapia convencional y con fototerapia led, sin embargo mantiene dicho peso hasta el final de tratamiento.





En el siguiente cuadro se resumen las características de la población en estudio:

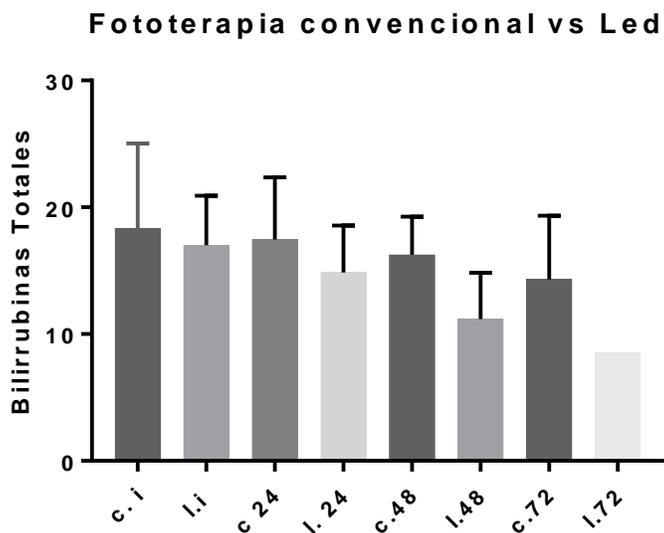
	LED	CONVENCIONAL	MEDIA	DES EST
<b>SEXO</b>				
FEMENINO	4.00	3.00	3.5	0.71
MASCULINO	5.00	6.00	5.5	0.71
<b>EDAD GESTACIONAL (SEMANAS DE GESTACIÓN)</b>	35.60	36.00	35.8	0.28
<b>PESO</b>				
INICIO (GR)	2,405.56	2,508.89	2457.2215	73.07
24 HRS (GR)	2,391.67	2,458.33	2424.9995	47.14
<b>BILIRRUBINAS TOTALES</b>				
INICIO (MG/DL)	17.00	18.35	17.675	0.95
FINAL (MG/DL)	8.50	14.31	11.403	4.11
<b>HORAS DE USO DE FOTOTERAPIA</b>	35.22	74.22	54.722	27.58

Los hemotipos encontrados en el estudio fueron O positivo en 12 pacientes, O negativo, B positivo y A positivo en un paciente respectivamente. Se registraron tres casos de diferencia de grupo negativo a hemolisis, descartado por la prueba de Coombs.

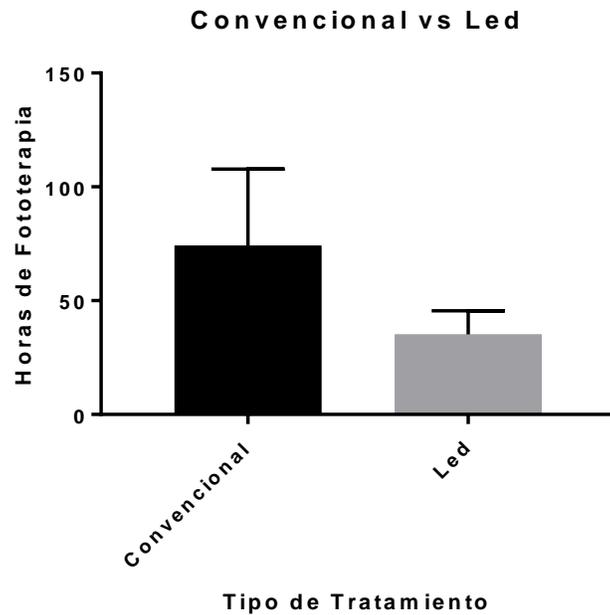
En relación a los niveles de bilirrubinas total al inicio del tratamiento con fototerapia convencional se reportó un promedio de bilirrubina de 18.35mg/dl, en un rango de 28.27mg/dl a 9.44mg/dl, y en comparación de fototerapia de led una cifra máxima de 22.9

HOSPITAL GRAL. DR. FERNANDO QUIROZ GUTIÉRREZ ISSSTE PEDIATRÍA

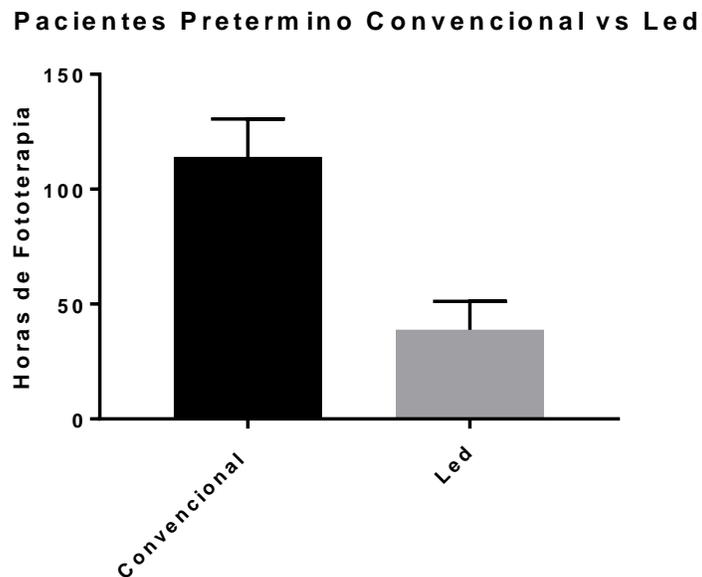
mg/dl y mínima de 11 mg/dl, con un promedio de 17.0mg/dl y con respecto a los días de tratamiento, la disminución de bilirrubinas totales es más evidente en los pacientes tratados con fototerapia de led a las 72 horas, sin embargo aunque existe disminución no se comprueba significancia estadística, posiblemente por tratarse de una muestra pequeña.



La dispersión de las horas de fototerapia led en comparación con la fototerapia convencional, con una  $p < 0.05\%$ , el nivel alpha 0.05 ( $Pr > F = 0.0011$ ). Es estadísticamente significativa corroborando nuestra hipótesis de trabajo.

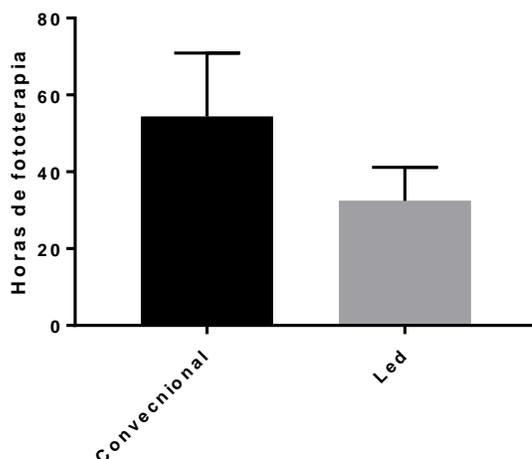


En este modelo identificamos que en promedio los pacientes que recibieron terapia de Led pasaron 40.9 horas menos que los pacientes que recibieron tratamiento con terapia convencional.



En los pacientes pretermino se compararon la fototerapia convencional vs la de Led, resultando que los que recibieron esta última estuvieron menor tiempo expuestos al tratamiento, siendo estadísticamente significativo al nivel alpha 0.05 ( $P > F = 0.001$ ).

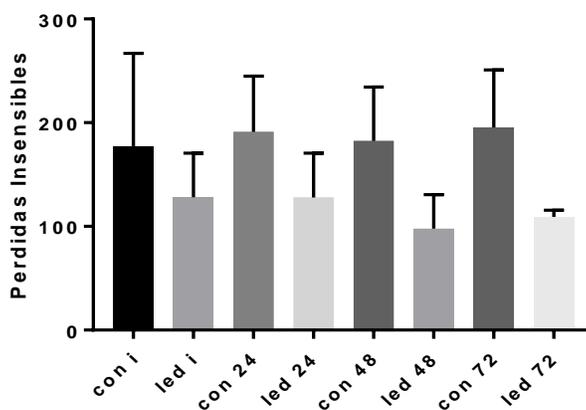
**Pacientes de Termino Convencional vs Led**



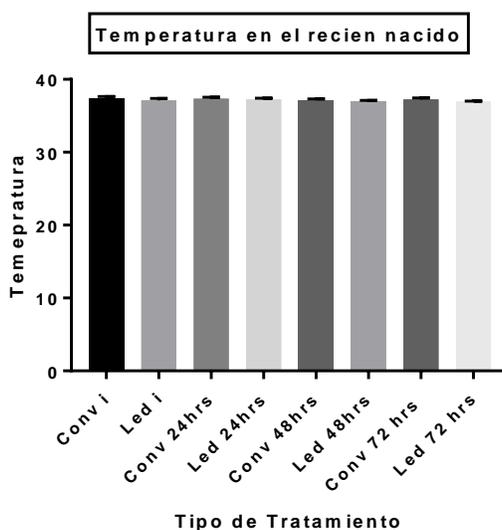
En los pacientes de termino se obtuvo un nivel alpha 0.05 ( $P > F = 0.010$ ), siendo estadísticamente significativo.

Al realizar las pruebas necesarias y el estudio estadístico de cada una de nuestras variables para comparar los efectos adversos de la fototerapia led y convencional en nuestra población, no se obtuvo significancia estadística en densidad urinaria, urexis horaria, gasto fecal y peso. Sin embargo se obtuvo significancia estadística al momento de comparar las perdidas insensibles resultando un nivel alpha 0.05 ( $P > F = 0.0055$ ).

**Perdidas Insensibles**



Se cuantifico temperatura horaria en los pacientes estudiados y se realizó el promedio de la misma. Es importante mencionar que los pacientes comúnmente se encuentran en cuna de calor radiante con una temperatura promedio de 35°C. Se realizó la prueba estadística resultando,  $\alpha 0.05$  ( $Pr>F=0.0055$ ).



La ictericia neonatal, es un problema de salud pública en la población neonatal mexicana por su elevada frecuencia y con elevadas posibilidades de secuelas neurológicas, sordera y parálisis espástica, debido al alto riesgo de impregnación de bilirrubinas a nivel encefálico, y condicionando kernicterus.

En la presente investigación se comprueba la hipótesis de investigación planteada, corroborando que es mas efectiva la fototerapia led que la convencional, utilizando los métodos estadísticos de U de Man Whitney y Anova dándonos una  $p < 0.05\%$ , lo que se logró con un promedio de tres días con la fototerapia led en relación a un promedio de 5 a 7 días con la fototerapia convencional, los niveles de bilirrubina tuvieron una correlación lineal positiva, de una  $p < 0.05\%$  y una correlación lineal de acuerdo a edad gestacional y a los niveles de bilirrubina, no existió una correlación de los niveles de bilirrubina con la escala visual de krammer.

Aunque no se mostró una significancia estadística y los niveles de bilirrubina total disminuyeron con ambas fototerapias, la efectividad de la terapia led, fue demostrada cuando a las 72 horas, continuaba un paciente en tratamiento, siendo que con el otro tratamiento continuaban 4 pacientes.

HOSPITAL GRAL. DR. FERNANDO QUIROZ GUTIÉRREZ ISSSTE PEDIATRÍA

La población que se estudió fue en mayor porcentaje del sexo masculino obtenidos por cesárea, reportados en la bibliografía como factores de riesgo.

Se detectaron menores efectos secundarios observando una disminución de las pérdidas insensibles y menor incremento de la temperatura corporal con respecto a los pacientes tratados con fototerapia convencional, siendo que la luz led es una luz fría que disminuye el riesgo que presentan los recién nacidos pretermino a deshidratarse debido a su superficie corporal y las características cutáneas y subcutáneas, cabe destacar que estos mismos efectos adversos los puede presentar un recién nacido de término pero en menor frecuencia.

También se observó que la temperatura fue menor al momento de estar expuesto a la fototerapia led, lo que condiciona menor pérdida de líquidos con mayor ganancia ponderal y menor estancia intrahospitalaria.

Al comprobarse la hipótesis se favorece a los recién nacidos, reduciendo la estancia intrahospitalaria y los riesgos de daño cerebral.

Con esto la reducción de los costos de día hospital se disminuyen reduciendo el gasto hospitalario, favoreciendo no solo al hospital si no al paciente evitando las secuelas antes mencionadas.

Implicaciones del método:

Se requieren ambas lámparas a una distancia de 40 cm del paciente, con longitud de onda 450-465 nm, una irradiancia de  $40\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ , utilizando dos lámparas de fototerapia convencional para alcanzar dicha irradiancia, el color del foco fue azul, las pérdidas insensibles para la fototerapia led fueron calculadas en  $10\text{mlkgdía}$  y las pérdidas insensibles de fototerapia convencional fueron  $25\text{mlkgdía}$ . Los días de tratamiento fueron de 0-7 días en la fototerapia convencional y en la Led de 0 a 5 días.

# CAPÍTULO IV

## Conclusión

#### **IV. CONCLUSIONES**

La variabilidad explicada por el modelo de la diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos es 60%. Sin embargo, estudios más extensos son necesarios para corroborar los resultados ya que la limitante más importante de este estudio es el tamaño de la muestra, identificamos también que sería mejor un estudio doble ciego. Existen otras variables que deberían controlarse para obtener un resultado más exacto.

Otras limitantes que debemos mencionar de este estudio:

1. El método que se utilizó fue la extracción directa de sangre para determinación de bilirrubinas, siendo que ya se cuenta con aparatos más especializados que no requieren de punción al paciente.
2. En nuestro estudio se llevó el recuento de la vida media de los focos y el cambio de estos en la terapia convencional, sin embargo causan mayor costo.
3. Se requiere un tamaño de muestra mayor.
4. Se requiere realizar seguimiento neurológico del paciente de 1 a 3 años.
5. El tiempo invertido en este estudio fue de un año, consideramos que se requiere más tiempo para obtener mejores resultados.

# CAPÍTULO V

## Anejos

## **V. ANEXOS**

### **CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**“COMPARACION DE LA FOTOERAPIA LED VERSUS FOTOTERAPIA CONVENCIONAL COMO TRATAMIENTO DE HIPERBILIRRUBINEMIA NEONATAL EN EL HOSPITAL GENERAL DR. FERNANDO QUIROZ GUTIERREZ”.**

**SITIO: HOSPITAL DR. FERNANDO QUIROZ GUTIERREZ, FELIPE ANGELES Y CANARIO S/N, COL. BELLAVISTA, CP. DELEGACION ALVARO OBREGON.**

**INVESTIGADOR PRINCIPAL: DR. JOSE LUIS HERNÁNDEZ GODINEZ**

**SUBINVESTIGADOR: DRA. LAURA G. CASALES GALVAN**

LA HIPERBILIRRUBINEMIA EN LOS RECIEN NACIDOS ES UN PADECIMIENTO COMUN, EL CUAL PUEDE SER DEBIDO A MULTIPLES CUASAS, LO MAS FRECUENTE ES OCASIONADA POR LA DESTRUCCION DE LOS ERITROCITOS (CELULAS DE LA SANGRE QUE CONTIENEN LA HEMOGLOBINA) POR TENER UNA VIA MAS CORTA O POR DIFERENCIAS EN EL GRUPO SANGUINEO DE LA MADRE Y EL NIÑO, ESTO PROVOCA UN AUMENTO DE LAS BILIRRUBINAS OCASIONANDO LA COLORACION AMARILLA DE LA PIEL Y MUCOSAS DEL NIÑO. CUANDO LA BILIRRUBINA AUMENTA EN LOS RECIEN NACIDOS PUEDE DAÑAR EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL (CEREBRO, GANGLIOS DE LA BASE) DEJANDO LESIONES IMPORTANTES EN LOS NIÑOS. EL TRATAMIENTO PARA ESTE PADECIMIENTO ES LA FOTOTERAPIA (LUZ AZUL) QUE AYUDA A ELIMINAR LA BILIRRUBINA ( SE COLOCA AL NIÑO CON LA PIEL DESCUBIERTA –SOLO SE USARA PAÑAL- Y UNOS LENTES QUE CUBRAN Y PROTEJAN SUS OJOS POR EL TIEMPO NECESARIO PARA DESCENDER LAS BILIRRUBINAS), PUEDE SER LA FOTOTERAPIA CONVENCIONAL (LUZ DE HALOGENO), POR BILIBLANKET O FOTOTERAPIA DE LED, SE CREE QUE ESTA ULTIMA DESCENDE LOS NIVELES DE BILIRRUBINA MAS RAPIDO QUE LAS ANTERIORES, Y ASI DIMINUYE EL USO DE LA EXANGUINEOTRANFUSION, POR LO QUE EL PRESENTE ESTUDIO ESTA ENFOCADO A VALORAR LA FOTOTERAPIA DE LED EN LOS PACIENTES RECIEN NACIDOS CON HIPERBILIRRUBINEMIA. EN CASO DE NO DESCENDER LOS NIVELES DE BILIRRUBINA O ENCONTRARLOS EN RANGOS MUY ALTOS SERAN NECESARIO RECURRIR A LA EXANGUINEOTRANFUSION (ES EL RECAMBIO DE LA SANGRE PARA ELIMINAR LA BILIRRUBINA).

LOS EFECTOS SECUNRARIOS QUE PUEDE OCASIONAR LA FOTOTERAPIA SON: PIEL BRONCEADA, DESHIDRATACION, LESION OCULAR (EN CASO DE USAR PROTECCION OCULAR), CEFALEA, LOS CUALES SE MONITORIZARAN CONSTANTEMENTE EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATALES O EN DONDE SE ENCUENTRA HOSPITALIZADO EL PACIENTE.

EL PRESENTE PROTOCOLO ES UN ESTUDIO CONTROLADO, ALEATORIZADO QUE ESTA DIRIGIDO A TODOS LOS RECIEN NACIDOS DE 0-28 DIAS, DE AMBOS SEXOS, QUE REQUIERAN EL USO DE FOTOTERAPIA COMO TRATAMIENTO, PARA DISMINUIR LOS NIVELES DE BILIRRUBINA, QUE ESTEN INGRESADOS EN EL SITIO EN EL PERIODO DE FEBRERO 2015-JUNIO 2016, REQUIERIENDO UNA MUESTRA DE 100 NIÑOS EN EL PERIODO DE TIEMPO ANTES INDICADO.

SOLICITAMOS A USTED NOS AUTORIZA EL USO DE LA FOTOTERAPIA DE LED O CONVENCIONAL (LUZ DE HALOGENO) EN SU HIJO, ASI COMO LA TOMA DE MUESTRAS DE SANGRE QUE NOS PERMITAN DETERMINAR LOS VALORES DE LA BILIRRUBINA EN SANGRE (EL NUMERO DE MUESTRAS SERA DETERMINADO POR EL INVESTIGADOR, DE ACUERDO A LOS NIVELES DE BILIRRUBINA DURANTE EL ESTUDIO Y LA RESPUESTA AL TRATAMIENTO), PARA LO CUAL SE APLICARA PARCHE ANESTESICO PARA DISMINUIR LAS MOLESTIAS DE DOLOR EN EL PACIENTE. LAS MUESTRAS SERAN TOMADAS EN EL SITIO Y LOS RESULTADOS IRAN A UNA BASE DE DATOS QUE SERAN ANALIZADOS POR EL INVESTIGADOR Y SUBINVESTIGADOR, LA PARTICIPACION EN ESTA INVESTIGACION ES TOTALMENTE VOLUNTARIA, PUEDE ELEGIR EL PARTICIPAR O NO EN EL ESTUDIO, SI NO ACEPTARA SE CONTINUARA CON LA ATENCION Y SERVICIOS OTORGADOS A SU BEBE, ASI MISMO SE PUEDE RETIRAR DEL ESTUDIO EN EL MOMENTO QUE USTED LO DESEE.

SE LE INFORMA QUE LOS DATOS OBTENIDOS PARA EL PRESENTE ESTUDIOS ESTARAN BAJO RESGUARDO DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL (DR. JOSE LUIS HERNANDEZ GODINEZ) Y QUE ESTOS NO SERAN EMPLEADOS MAS QUE PARA FINES DEL ESTUDIO Y NO SERAN OTORGADOS A NINGUNA PERSONA, NI BANCO DE INFORMACION.

**HOSPITAL GRAL. DR. FERNANDO QUIROZ GUTIÉRREZ ISSSTE PEDIATRÍA**

EL INVESTIGADOR PRINCIPAL SERA EL ENCARGADO DE ANALIZAR LOS DATOS OBTENIDOS, EL RESGUARDO DE LOS DATOS PERSONALES Y DE OTORGAR LA INFORMACION SOBRE EL ESTADO DE SALUD Y RESULTADOS DE LOS EXAMENES DE LABORATORIOS REALIZADOS A SU HIJO.

HE LEIDO LA INFORMACION PROPORCIONADA, ME RESOLVIERON DUDAS Y ESTOY DE ACUERDO EN PARTICIPAR VOLUNTARIAMENTE EN EL ESTUDIO, RECORDANDO QUE TENGO EL DERECHO DE RETIRARME DEL ESTUDIO EN EL MOMENTO DESEADO, SIN QUE AFECTO EL CUIDADO MEDICO DE MI PACIENTE:

- SI AUTORIZO LA TOMA DE MUESTRAS DE SANGRE
- SI AUTORIZO EL USO DE LA FOTOTERAPIA CONVENCIONAL
- SI AUTORIZO EL USO DE LA FOTOTERAPIA DE LED

NOMBRE DEL SUJETO: \_\_\_\_\_

EXPEDIENTE MEDICO: \_\_\_\_\_

NOMBRE DE LA PADRE O TOTOR: \_\_\_\_\_

FIRMA: \_\_\_\_\_

TELEFONO: \_\_\_\_\_

RELACION CON EL SUJETO: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

NOMBRE DE LA MADRE O TOTOR: \_\_\_\_\_

FIRMA: \_\_\_\_\_

TELEFONO: \_\_\_\_\_

RELACION CON EL SUJETO: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

DATOS DEL SUBINVESTIGADOR:

NOMBRE: \_\_\_\_\_

FIRMA: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

TESTIGO1

NOMBRE: \_\_\_\_\_

FIRMA: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

HOSPITAL GRAL. DR. FERNANDO QUIROZ GUTIÉRREZ ISSSTE PEDIATRÍA

**TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

<b>Sdg pretermino 1 termino 2</b>	
<b>Fecha de nacimiento</b>	
<b>Hora de nacimiento</b>	
<b>Días de vida extrauterina</b>	
<b>Sexo fem 1 masc 2</b>	
<b>Fecha de ingreso</b>	
<b>Horas de vida al inicio de la fototerapia</b>	
<b>Peso al nacimiento</b>	
<b>Peso actual</b>	
<b>Binomio</b>	
<b>Kramer</b>	
<b>Datos de deshidratación</b>	
<b>Led 1 convencional 2</b>	
<b>Hora de inicio de fototerapia</b>	
<b>Hora de termino de fototerapia</b>	
<b>Fecha de inicio de fototerapia</b>	
<b>Fecha de término de fototerapia</b>	
<b>Días que uso fototerapia</b>	
<b>Ucin 1 urg 2 aloja 3</b>	

Laboratorio	Tiempo	Parámetros
BT	INICIO	
	24	
	48	
	72	
BI	INICIO	
	24	
	48	
	72	
BD	INICIO	
	24	
	48	
	72	
HB	INICIO	
	24	
	48	
	72	
HCT	INICIO	
	24	
	48	
	72	
EGO DENSIDAD URINARIAS	INICIO	
	24	
	48	
	72	
ELEC NA, K, CL	INICIO	
	24	
	48	
	72	

Laboratorio	Tiempo	Parámetros
GASOMETRIA PH	INICIO	
	24	
	48	
	72	
TEMPERATURA	INICIO	
	24	
	48	
URESIS HORARIA	INICIO	
	24	
	48	
GASTO FECAL	INICIO	
	24	
	48	
PERDIDAS INSENSIBLES	INICIO	
	24	
	48	
REACCIONES DE FOTOSENSIBILIDAD	INICIO	
	24	
	48	
OTOS SIGNOS	INICIO	
	24	
	48	
	72	

# CAPÍTULO VI

## Bibliografía

## VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Hansen TWR. Pioneers in the scientific study of neonatal jaundice and kernicterus. Pediatrics 2000.
2. Diamond LK. Erythroblastosis fetalis or hemolytic disease of the newborn. Proc R Soc Med 1947; 40:546-555
3. Maisels MJ. Neonatal Jaundice. In Avery GB. Neonatology. Pathophysiology and management of the newborn. 3rd Edition, Philadelphia 1987. JB Lippincott Co.
4. M. Kaplan. C. Hammerman. Understanding severe hyperbilirubinemia and preventing kernícterus. Clínica química, 356(2005), 9-21
5. Xia Guang Roy. Bilirubin metabolism, applied physiology. Current pediatrics 2006 1670.74
6. Sarin M, Dutta S, Narang A. Randomized controlled trial of compact fluorescent lamp versus standard phototherapy for the treatment of neonatal hyperbilirubinemia. Indian Pediatrics. 2006; 43 : 583-590.
7. Jeffrey, Maissels. Neonatal hyperbilirubinemia and kernícterus, not gone sometimes forgotten. Early human development 2009, 727-732
8. Guía de práctica clínica: IMSS-262-10. Detección oportuna, diagnóstico y tratamiento de la hiperbilirrubinemia en niños mayores de 35 semanas de gestación hasta las 2 semanas de vida extrauterina.
9. López Velázquez. Bilirrubina, una vieja amiga con nueva historia. Revista de investigación de Médica Sur. México, dic 2012 19 228-234
10. J. Maisels. Et al. Fototerapia para la ictericia neonatal. Revista del hospital materno infantil Ramon Sarda, vol. 27 2008. 100-111.
11. L. Stokowski, Fundamentals of phototherapy for neonatal jaundice. Foundations in Newborn Care, 2011. S10-S21.
12. M. Mah. Et al. Reduction of severe Hyperbilirubinemia after institution of predischrgge bilirubin screening. Pediatrics. 2010. 1043-1048.
13. R. Avila. B. Suarez. Luz emitida por diodo (LED) en el tratamiento de la hiperbilirrubinemia neonatal. Un prototipo de fototerapia a bajo costo hecho en México. Medigraphic. 2013; 73-79.

14. J. Meritano, et al. Comparacion de la eficacia de la fototerapia conveccional con tubos de luz azul vs leds. Revista hospital materno infantil Ramon Sarda 2012, 57- 62.
15. <http://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/Reuniones/PedSBA2005/6/2391>
16. P. Kumar. Et al. Fototerapia con diodo emisor de luz para hiperbilirrubinemia no conjugada en neonatos. (Revision Cochrane traducida). Reviews 2011 Issue 12. Art no. CD007969.
17. M. Maisels. Et al. Randomized controlled trial of light emitting diode phototherapy. Jornal of perinatology. 2007, 565-567.
18. Karadag. A. Yesilyurt. A chromosomal-effect study of intensive phototherapy versus conventional phototherapy in newborn with jaundice. Elsevier, 2009, 17-20.
19. K. Ives. Management of neonatal jaundice. Elsevier 2011. 270-276.
20. Guía de practica clínica de la academia americanan de pediatria. Manegement of Hiperbilirrubinemia in the Newborn Infant 35 or more Weeks of Gestation. Vol 113, 2004.
21. D. Bezerra. Et al. LED versus daylight phototherapy at low irradiance in newborns > 35 weeks of gestation: randomized controlled trial. Jornal maternal-fetal & neonatal medicina. 2014, 1-6.
22. M. Mohammadizadeh, et al. Is the light-emitting diode a better light source than fluorescent tube for phototherapy of neonatal jaundice in preterm infants? Advanced Biomedical Research. 2015, 1-5.
23. Maisels MJ, Watchko JF. Treatment of jaundice in low birthweight infants. Arch Dis Child Fetal Neonatal. 2003; 88: 459-463.
24. Blanco SM. Comparativa de equipos de fototerapia basados en LEDs. En: XV Seminario de Ingeniería Biomédica 2006. Uruguay: Facultades de Ingeniería y Medicina Universidad de la O. del Uruguay; 2006.
25. Y. Kale. Et al. Effects of phototherapy using diferent light sources on oxidant and antioxidant status of neonates with jaundice. Elsevier, 2013. 957-960.
26. Guía de tecnología no. 3, CENETEC, Unidad de fototerapia (GMDN 35239).
27. Guía de práctica clínica: IMSS-373-12. Diagnóstico y tratamiento de la enfermedad hemolítica por Isoinmunizacion a Rh en el Recién Nacido.