

**“AÑO DE LA INVERSIÓN PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA  
SEGURIDAD ALIMENTARIA”**



**UNIVERSIDAD PERUANA  
CAYETANO HEREDIA  
FACULTAD DE ENFERMERÍA**

**“RELACIÓN ENTRE FOTOTERAPIA CON LUZ EMISORA DE DIODO  
(LED) Y LA PRESENCIA DE CAMBIOS DE TEMPERATURA EN EL RECIÉN  
NACIDO A TÉRMINO, EN EL HOSPITAL IV RAMIRO PRIALE DE  
HUANCAYO DE ENERO – MARZO DEL 2015”**

**TRABAJO ACADEMICO PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
SEGUNDA ESPECIALIDAD EN ENFERMERÍA EN CUIDADOS  
INTENSIVOS NEONATALES**

**AUTORAS:** HUALLPA ILDEFONSO, Rocío Liliana  
LEIVA GALINDO, Rommy Zeham  
PIZARRO NONALAYA, Nargis Stefany

LIMA, PERU

2014

**Asesora: Mg. FRANCISCA VILMA PEREZ SAAVEDRA**

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>6</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>7</b>
<b>1.1 Planteamiento del problema</b>	<b>7</b>
<b>1.2 Formulación del problema</b>	<b>8</b>
<b>1.3 Justificación</b>	<b>8</b>
<b>1.4 Viabilidad y factibilidad del estudio</b>	<b>8</b>
<b>CAPITULO II</b>	
<b>PROPÓSITO Y OBJETIVOS</b>	<b>10</b>
<b>2.1. Propósito</b>	<b>10</b>
<b>2.2. Objetivo general</b>	<b>10</b>
<b>2.3. Objetivos específicos</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>MARCO TEORICO</b>	<b>11</b>
<b>3.1. Antecedentes</b>	<b>11</b>
<b>3.2. Base teórica</b>	<b>11</b>
<b>3.2.1. Fototerapia en la Hiperbilirrubinemia</b>	<b>12</b>
<b>3.2.1.1. Mecanismo de acción</b>	<b>13</b>
<b>3.2.1.2 .Formas de uso</b>	<b>13</b>
<b>3.2.2. La Fototerapia y sus emisiones de luz</b>	<b>14</b>
<b>3.2.2.1. Propiedades ópticas de la piel</b>	<b>14</b>
<b>3.2.3. Normas de exposición a la luz como fototerapia</b>	<b>16</b>
<b>3.2.4. Fototerapia con luz que emite diodos</b>	<b>16</b>
<b>3.2.4.1. Fototerapia con LED y sus efectos sobre la piel</b>	<b>17</b>
<b>3.2.5. Fisiología del control térmico en los recién nacidos</b>	<b>17</b>
<b>3.2.5.1. Ambiente térmico neutro</b>	<b>18</b>
<b>3.2.5.2. Cambios de temperatura influenciados por la irradiación en el</b> <b>Neonato</b>	<b>20</b>
<b>3.2.5.3. Valoración de la temperatura en el recién nacido</b>	<b>22</b>

<b>CAPITULO IV</b>	
<b>HIPOTESIS</b>	<b>24</b>
<b>4.1 Hipótesis General</b>	<b>24</b>
<b>4.2 Hipótesis Específica</b>	<b>24</b>
<b>CAPÍTULO V</b>	
<b>MATERIAL Y METODO</b>	<b>25</b>
<b>5.1. Tipo de Estudio</b>	<b>25</b>
<b>5.2. Área de Estudio</b>	<b>25</b>
<b>5.3. Población, Muestra y Muestreo</b>	<b>25</b>
<b>5.4. Variables</b>	<b>26</b>
<b>5.5. Definición de Términos Operativos</b>	<b>26</b>
<b>5.6. Operacionalización de Variables</b>	<b>27</b>
<b>5.7. Técnica e instrumento de Recolección de Información</b>	<b>28</b>
<b>5.8. Procesamiento de Recolección</b>	<b>28</b>
<b>5.9. Plan de Tabulación y Análisis</b>	<b>28</b>
<b>CAPÍTULO VI</b>	
<b>6.1. CONSIDERACIONES ETICAS, ADMINISTRATIVAS</b>	<b>30</b>
<b>6.2. PRESUPUESTO</b>	<b>31</b>
<b>6.3. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</b>	<b>32</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>33</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>38</b>

## RESUMEN

La ictericia, o coloración amarillenta de la piel, puede ocurrir debido al aumento en las cantidades de pigmento de bilirrubina en la sangre. Es una afección generalmente inocua y observada con frecuencia en los recién nacidos durante la primera semana después del nacimiento. Sin embargo, en algunos neonatos la cantidad de pigmento de bilirrubina puede aumentar a niveles peligrosos y requerir tratamiento. El tratamiento de la ictericia en los recién nacidos se realiza al colocarlos bajo fototerapia, un proceso de exponer la piel a la luz de una banda específica de longitud de onda. Durante muchos años los tubos fluorescentes o las lámparas de halógeno se han utilizado como fuentes de luz para la fototerapia. Un diodo emisor de luz (LED) es un tipo más nuevo de fuente de luz con poder eficiente, tiene una vida más larga y es portátil, con producción baja de calor. En esta revisión sistemática se comparó la efectividad de la fototerapia con LED con la fototerapia convencional (sin LED). Se observó que la fototerapia con LED es efectiva para reducir los niveles de bilirrubina sérica total en tasas similares a la fototerapia con fuentes de luz convencionales.

La fototerapia con fuente de luz LED es efectiva para reducir los niveles de bilirrubina sérica total a tasas similares a las de la fototerapia con fuentes de luz convencional (lámpara fluorescente compacta (LFC) o de halógeno). Se justifica la realización de estudios adicionales para evaluar la efectividad de la fototerapia con LED en los neonatos con ictericia hemolítica o en presencia de hiperbilirrubinemia grave ( $BST \geq 20 \text{ MG/DL.}$ )

## INTRODUCCIÓN

La etapa neonatal es el periodo de la vida en que la presencia de ictericia es la patología más frecuente registrada en las unidades de cuidados críticos neonatales; a lo largo del tiempo se ha utilizado la fototerapia como la opción más efectiva para disminuir los niveles de bilirrubina, altamente tóxico para el neonato, que por medio de reacciones bioquímicas fotoinducidas contribuyen a la degradación de la bilirrubina en la sangre, el mecanismo principal es una reacción mediante la cual la molécula de bilirrubina es transformada en otro isómero estructural denominado lumirrubina que puede ser fácilmente excretado por el organismo, para esto la tecnología en fototerapia ha mejorado sus técnicas y equipos para hacer cada vez más eficiente el efecto sobre la bilirrubina, sin embargo las complicaciones térmicas que produce la incandescencia de las luces utilizadas siempre ha significado alto riesgo en el neonato.

En la última década se han incorporado nuevas tecnologías para la fototerapia con luz emisora de diodos(LED) que es descrita como la más eficaz para disminuir la bilirrubina ya que emite luz de forma intensa sin necesidad de incorporar más luces ni aumentar el tiempo de exposición, la fuente de luz se centra una irradiación de 470 nm con un ancho de 35 nm, a una irradiación espectral de aproximadamente 40 microW/cm<sup>2</sup>nm, sin emisión a otras longitudes de onda como por ejemplo el infrarrojo causante de las complicaciones térmicas de origen exógeno o el ultravioleta productor del síndrome del bebe bronceado, sin embargo se conoce que el efecto principal para tratamientos con luz LED es la proliferación celular, que en el neonato, por ser expuesto en su totalidad directamente a esta luz la proliferación celular de toda la piel expuesta desencadena cambios térmicos de origen endógeno por mecanismos citoquímicos de liberación energética (CICLO DE KREBS) de cada célula, que en el sistema de regulación térmica inmadura del neonato se puede traducir en la generación de hipotermia o hipertermia produciéndose daños irreversibles en el organismo del recién nacido.

# CAPÍTULO I

## 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La fototerapia en el tratamiento de la hiperbilirrubinemia, se ha desarrollado constantemente para aumentar su eficacia y al mismo tiempo reducir los efectos colaterales que se dividen en: hipertermia en el 70% de recién nacidos, deshidratación y pérdida de electrolitos en el 40%, daño gonadal en el 10%, y retinopatía en el 8% de los evaluados expuestos a fototerapia(1). Para efecto de este estudio se consideran los cambios de temperatura por ser el efecto de mayor incidencia y estar en el manejo y criterio de enfermería para su prevención y control.

Los recién nacidos con hiperbilirrubinemia fueron expuestos a lo largo del tiempo a fuentes de calor radiante de focos de equipos de fototerapia, produciendo eventos de elevación térmica a lo que se define como hipertermia lo que provoca: taquicardia, polipneas ligeras, depresión respiratoria, aumento de la evaporación, hipotensión, piel rubicunda en tiempo prolongado llegan a caer en un cuadro de estupor, coma y convulsiones (2) en estos casos la morbilidad 75% y secuelas al 20% de los recién nacidos que presentaron efectos secundarios a exposición térmica (3)

Recientemente, unidades de fototerapia con luz emisora de diodo (LED) han sido introducidas en el mercado, los fabricantes de estas unidades plantean que son más eficaces para disminuir el nivel de bilirrubina comparada a las unidades convencionales que producen cambios agudos en el entorno térmico del neonato produciendo aumento del flujo sanguíneo a nivel periférico y pérdida de agua no sensible (4). Estas ventajas serían debido al tamaño más pequeño, área focalizada, dispersión más baja e irradiación más alta teóricamente las fuentes LED pueden colocarse muy cerca del recién nacido sin efectos adversos sin embargo no hay estudios que lo certifiquen (5)

En el servicio de neonatología del hospital el hospital IV Ramiro Prialé Prialé de Huancayo se viene utilizando la fototerapia con luz emisora de diodos hace ya tres años, en la totalidad de recién nacidos con hiperbilirrubinemia por sus grandes beneficios en su tratamiento, a pesar de ello no se hicieron

estudios que evalúen los efectos adversos relacionados a cambios de temperatura siendo este uno de los más grandes problemas registrados en el servicio de fototerapia en cuidados intermedios II, además que siendo tecnología a la vanguardia no se observan protocolos para su uso dentro del servicio y así brindar cuidados específicos según sus efectos.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Bajo esta percepción se investigara la siguiente interrogante:

**¿EXISTE RELACIÓN ENTRE EL USO DE FOTOTERAPIA CON LUZ EMISORA DE DIODO (LED) Y LA PRESENCIA DE CAMBIOS DE TEMPERATURA EN EL RECIÉN NACIDO A TÉRMINO, EN EL HOSPITAL IV RAMIRO PRIALÉPRIALÉ DE HUANCAYO DE ENERO – MARZO DEL 2015?**

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

Actualmente se utiliza con mayor frecuencia la fototerapia por LED para el tratamiento de hiperbilirrubinemia en la Unidad de Cuidados Intensivos neonatales de muchos hospitales del país sin estudios que describan sus efectos térmicos reales sobre el recién nacido.

El estudio desea obtener conocimientos científicos para poder medir la relación de los cambios de temperatura y el uso de fototerapia con luz emisora de diodo en base a la observación de procedimiento y brindar evidencia para desarrollar cuidados de enfermería eficaces y específicos según sus resultados brindando mayor beneficio al neonato, así el personal de salud y padres del neonato expuesto a fototerapia con luz emisora de diodo (LED) tomen las medidas correspondientes maximizando, optimizando y mejorando su uso para su recuperación , disminuyendo la estancia hospitalaria.

## **1.4. VIABILIDAD Y FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO**

El presente trabajo es factible porque se realizara en un periodo de tiempo de tres meses en el cual se cumplirá con todo el proceso establecido a su vez es



viable porque se cuenta con la aprobación de las autoridades del Hospital IV Ramiro Priale Priale de Huancayo para permitir la aplicación del proyecto en el área de Neonatología, además se cuenta con los recursos humanos del servicio de enfermería dispuestos a colaborar participando en la recolección de datos, los recursos materiales, económicos ,la metodología bien definida con la cual se logrará definir la relación entre el uso de fototerapia con luz emisora de diodo (led) y la presencia de cambios de temperatura en el recién nacido a término; finalmente se cuenta con la población adecuada que contará con la aprobación de los padres para la participación de sus recién nacidos.

## **CAPÍTULO II**

### **PROPÓSITO Y OBJETIVOS**

#### **2.1. PROPÓSITO**

En el servicio de UCI Neonatal del Hospital IV Ramiro Prialé de Huancayo, se usa la fototerapia LED en todos los tratamientos de hiperbilirrubinemia pero no se cuenta con estudios realizados al respecto, por ello se desea observar los cambios de temperatura importantes en los neonatos que cumplen con tratamiento de fototerapia con LED, dicho estudio aportará conocimientos que pueden contribuir en la disminución de la morbilidad y complicaciones en los neonatos e implementar acciones en la atención de enfermería brindada al neonato en fototerapia además de protocolizar el manejo de la tecnología LED, brindando así una atención de calidad con calidez que ayude al neonato con su pronta recuperación e incorporación a la familia.

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

Determinar la relación entre el uso de fototerapia con luz emisora de diodo (LED) y la presencia de cambios de temperatura en el recién nacido a término en el hospital IV Ramiro Prialé de Huancayo de enero – marzo del 2015.

#### **2.3. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar la incidencia de hipertermia 37.6 - 37.9°C secundaria al uso de fototerapia con luz emisora de diodo (Led) en el hospital IV Ramiro Prialé Prialé de Huancayo de enero – marzo del 2015.
- Determinar la incidencia de hipotermia 35- 36.4 °C secundaria al uso de fototerapia con luz emisora de diodo (Led) en el hospital IV Ramiro Prialé Prialé de Huancayo de enero – marzo del 2015.
- Determinar la incidencia de normotermia 36.5 – 37.5 °C secundaria al uso de fototerapia con luz emisora de (Led) en el hospital IV Ramiro Prialé Prialé de Huancayo de enero – marzo del 2015.

## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO

#### 3.1. ANTECEDENTES

Para responder a los requerimientos referenciales de estudio se presenta a continuación algunas investigaciones relacionadas al problema de estudio.

##### 3.1.1. En el ámbito internacional

**Kumar P, Chawla D, Deorari A.** en el estudio “Comparación de un diodo emisor de luz con fuentes de luz convencionales para la provisión de fototerapia a recién nacidos con ictericia”, determinó que La fototerapia con fuentes de luz LED y no LED tuvieron una efectividad clínica similar medida por la duración de la fototerapia, la tasa de disminución de la bilirrubina sérica total y la tasa de fracaso del tratamiento. Los efectos secundarios de la fototerapia fueron poco frecuentes y similares entre los dos tipos de fuentes de luz. (5)

**Guillermina Chattáset ál.** En su estudio “Cuidados al recién nacido en luminoterapia” que con el objetivo de estandarizar cuidados de enfermería según el tipo de fototerapia utilizada menciona que » La irradiación o intensidad tiene una relación inversa con la distancia entre la luz y el recién nacido. Si se utilizan tubos de luz azul especial, colocar los tubos a 10-15 cm, tan próximos como sea posible al niño para aumentar la irradiación de 35 microW/cm<sup>2</sup> /nm Esto no puede ser hecho con tubos de luz halógena debido al peligro de quemadura en la piel, y es necesario cumplir las recomendaciones del fabricante. Según los distintos modelos de luminoterapia, la distancia oscila entre 40 a 50 cm. entre la luz y la piel, concluyendo que la fototerapia con halógenos produce mayor cantidad de riesgos, que las luces LED.(6)

### **3.1.2. En el ámbito nacional**

En estudios realizados en Perú se observaron diferentes situaciones relacionadas a la hipertermia y su relación con la fototerapia; es así que en el hospital “El Carmen” de Huancayo durante el año 2010 se observaron 240 historias clínicas de recién nacidos a término que ingresaron a fototerapia con luz halógena blanca donde el 55 % de R.N presentaron hipertermia leve de 37.1°C hasta 37.9 °C, EL 35% presentaron hipertermia moderada, de 38°C - 38.9°C, 10% presentaron hipertermia elevada de 39°C hasta 40°C. (7)

Recientemente en el hospital IV de Huancavelica se observó que la incidencia de recién nacidos con hipertermia moderada y alta disminuyó considerablemente desde el año 2009 a partir de la adquisición de fuentes de luz emisoras de diodo de color azul (8).

## **3.2. BASE TEÓRICA**

### **3.2.1. Fototerapia en la hiperbilirrubinemia:**

La fototerapia es el empleo de luz visible para el tratamiento de hiperbilirrubinemia en el recién nacido (RN). Esta terapia relativamente común baja el nivel de bilirrubina en el suero por transformación de la bilirrubina en isómeros solubles en agua que pueden ser eliminados sin la conjugación en el hígado. Para inducir esta foto reacción la longitud de onda de la luz debe situarse en la banda del azul entre 425 y 480 nm (9), o incluso mayores longitudes de onda según otros autores (10). Existe una relación directa entre la tasa de degradación de la bilirrubina y la intensidad de luz por lo general los RNT requieren unos 3 días para bajar unos 10-15mg/dl, pero suele existir un efecto rebote a las 24-48hrs post-tratamiento(11).

### 3.2.1.1. Mecanismo de acción

- **Foto oxidación** destrucción física de la bilirrubina, en productos más pequeños y polares para ser excretados por la orina.

- **Foto isomerización** Es la vía principal de excreción, en la que la bilirrubina permanece igual pero con distinta conformación espacial (Lumibilirrubina: más hidrosoluble, excretada por el hígado en la bilis).

La eliminación urinaria y gastrointestinal son ambas importantes en reducir la carga de Bilirrubina.

- Fotobilirrubina: excretada vía hepática sin conjugación pero su clearance es muy lento y su conversión es reversible en el intestino.
- Lumirrubina: Clearance rápido (principal responsable disminución en suero de Bb) y su conversión NO es reversible.
- Monopyrrolesy dipyrroles: pequeñas cantidades de Bb oxidadas que son excretadas en la orina. Esto es un proceso lento y es sólo un contribuidor menor a la eliminación de Bb durante fototerapia.( 12)

### 3.2.1.2. Formas de uso

a) **Fototerapia simple continúa:** La fototerapia permanece encendida las 24 horas del día con irradiancia en completa del recién nacido.

b) **Fototerapia intensiva doble o triple:** Consiste en introducir dos o tres fototerapias respectivamente (13).

### **3.2.2. La Fototerapia y sus emisiones de luz**

La luz es una porción de varias ondas electromagnéticas que viajan a través del espacio(14),. El espectro electromagnético, cubre un rango desde las ondas de radio con longitudes de onda del orden de los metros o más hasta los rayos X (15),. La mayoría de las aplicaciones utilizadas en fototerapia se encuentran entre los 600 y 1000nm (16).

#### **3.2.2.1. Propiedades ópticas de la piel**

Cuando la luz choca contra la piel se pueden presentar cuatro posibles interacciones:

##### **a. Reflexión**

Es la porción de flujo de luz que no ingresa a la piel y se refleja dependiendo del coeficiente de reflexión del conjunto de células en la piel (17).

##### **b. Dispersión**

Se refiere a la porción del flujo radiante que se encuentra dentro del tejido, puede ser la sumatoria de las energías que se reflejan o también que se refractan, aunque es conocido que atenúa la transmisión y además puede constituir un paso previo a la absorción, de este modo se tienen 3 importantes consecuencias: aumento de la reflexión, incremento de la absorción y por último distribución de la luz (18), (19),

##### **c. Absorción**

La absorción es el proceso que constituye el objetivo de la fototerapia, significa la cantidad de energía que se transmite al tejido celular. Los cromóforos son los encargados de cumplir este papel, entre las que tenemos (20), (21)

- ✓ **La melanina:** Es el cromóforo dominante de la epidermis y también puede ser encontrado en el pelo. Este cromóforo es producido en melanosomas. Después es difundido en la capa de la epidermis y se mueve a través de la superficie de la piel mientras envejece. A través de este proceso la melanina cambia su color de bronceado a blanco. La función fisiológica de la melanina es proteger el interior de la piel por absorción y dispersión de la luz ultravioleta. Cuando se exponen a la luz del sol los melanocitos se empiezan a producir. Esta función biológica es la que permite parecer nuestra piel bronceada (22).
  
- ✓ **La hemoglobina:** Es un cromóforo de color rojo encontrado en los eritrocitos y ubicado en la dermis. La hemoglobina representa el 95 % de la masa de un eritrocito. Además, enlaza el oxígeno efectivamente y transporta este mismo a todo el cuerpo por medio de los vasos y capilares (22).
  
- ✓ **El agua:** Es otro cromóforo importante en la piel, pero sus niveles de absorción se encuentran hasta los 400 nm y a partir de los 670 nm. (23).

#### **d. Transmisión**

Es la cantidad de flujo radiante que pasa de una capa de la piel a otra. Si se desea adecuar la longitud de onda a los cromóforos se debe tener en cuenta que la longitud ( $\lambda$ ) no solo depende del nivel de absorción del cromóforo sino también de que si dicha longitud puede alcanzar los niveles donde este cromóforo se encuentra, mientras las longitudes de onda se encuentren entre los 350 nm y 1300 nm, se

alcanzarán mayores profundidades en la piel. (24).

### **3.2.3. Normas de exposición a la luz como fototerapia**

Como protección frente a condiciones de exposición intolerables en radiaciones no ionizantes como lo son la luz del espectro visible e infrarrojo, un conjunto de organizaciones internacionales como la Organización Mundial de la Salud, la Oficina Internacional del Trabajo, el Comité Internacional de Radiación no Ionizante de la Asociación Internacional de Protección contra la Radiación (INIRC/IRPA) y su sucesora la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación no Ionizante (ICNIRP), así como la Conferencia Americana de Higienistas Industriales del Gobierno (ACGIH), han propuesto límites de exposición a la radiaciones de fuentes ópticas tanto coherentes (láser) como no coherentes (UV, LEDs). La mayoría de las propuestas internacionales sobre guías para limitar la exposición humana a la radiación se basan en los valores umbrales publicados por la ACGIH (1993/1994) (25).

### **3.2.4. Fototerapia con luz que emite diodos (LED)**

El LED (Light-EmittingDio de: Diodo Emisor de Luz), es un tipo especial de diodo, pero que al ser atravesado por la corriente eléctrica, emite luz. Este dispositivo semiconductor está comúnmente encapsulado en una cubierta de plástico de mayor resistencia que las de vidrio que usualmente se emplean en las lámparas incandescentes. Existe una gran variedad de LEDs con longitudes de onda diferentes que varían desde los 370 nm a los 940 nm. dependiendo del material con el que son elaborados (26), (27), (28), (29), (30). La vida útil de una lámpara LED es hasta 30 veces más que la de una lámpara incandescente, 25 veces más que la de un halógeno, 30 veces más que la de un tubo fluorescente y 3 veces más que la de una lámpara de bajo consumo, estas no emiten ultravioletas, ni tampoco infrarrojos y además no calientan la superficie a la que iluminan. Los últimos modelos incorporan el ámbar LED para



neutralizar el efecto de matiz azul que puede irritar al personal sanitario.(31)

#### **3.2.4.1. Fototerapia con LEDS y sus efectos sobre la piel**

El principal mecanismo de la fototerapia se denomina “PhotonAbsorptionTherapy” (PAT). Cuando los fotones son absorbidos en las células objetivo, realizan un cambio energético atérmico y atraumático en tratamientos de poca duración y exposición mínima de piel 4 a 9cm por sesión; estos beneficios deben ser específicamente estudiados en la exposición completa y prolongada de la piel(32).;La célula se convierte fotobioactiva y, si está dañada, será reparada por sí misma o con una pequeña ayuda. Si la célula está designada para hacer algo en particular como, por ejemplo, los fibroblastos (que producen colágeno), entonces realizará su trabajo mejor. Finalmente, si la situación requiere que la célula sea replicada, mejorará su proliferación. (33) es una porción de varias ondas electromagnéticas que viajan a través del espacio.

Hace casi 20 años, la investigadora rusa Tina Karu observó que cultivos celulares expuestos a la luz de baja intensidad conocida como LED tenían un crecimiento acelerado de 300 a 600 veces mayor que los cultivos celulares que no habían sido expuestos a la luz este proceso puede generar por el ciclo de Krebs la liberación, (en la proliferación celular), de energía y en consecuencia calor por efectos cito químicos endógenos.(34)

#### **3.2.5. Fisiología del control térmico en los recién nacidos**

La homeostasis del organismo necesita de una temperatura constante dentro de límites estrechos; este equilibrio se mantiene cuando hay

relación entre la producción y la pérdida de calor; la producción de calor en el recién nacido tiene dos componentes: la termogénesis no termorreguladora y termogénesis termorreguladora que son funciones fisiológicas críticas en el neonato ligada a la supervivencia, a su estado de salud y a la morbilidad asociada, la capacidad de producir calor es limitada y los mecanismos de pérdidas pueden estar aumentados, según la edad gestacional y los cuidados en el momento del nacimiento y el periodo de adaptación. (35)

En el recién nacido a término los valores normales de temperatura según la Organización mundial de la salud se divide en:

- **Temperatura corporal central normal:** Se considera a la temperatura axilar y rectal. El valor normal es de 36,5 - 37,5 °C.
- **Temperatura de piel:** Se considera a la temperatura abdominal. El valor normal es de 36,0 - 36,5 °C). Academia Americana de Pediatría (AAP).(36)

### **3.2.5.1 Ambiente térmico neutro**

Es aquel que proporciona las condiciones térmicas necesarias para garantizar el mínimo gasto metabólico de energía mediante la utilización de una cantidad mínima de calorías y consumo de oxígeno, esto permite que el recién nacido mantenga estable su temperatura corporal, este es una de las condiciones más importantes con la que debe contar una unidad de cuidados intensivos el siguiente cuadro describe las condiciones térmicas ambientales con las que cuentan los servicios de neonatología.(37)

Es el rango de temperatura ambiental en el cual el gasto metabólico se mantiene en el mínimo, con menor consumo de oxígeno y la regulación de la temperatura se efectúa por mecanismos físicos no evaporativos, manteniéndose la temperatura corporal profunda en rangos normales" (definición de la Comisión Internacional de Sociedades Fisiológicas). (36)  
(37)

- Temperatura ambiental entre 32- 34°C
- Temperatura axilar entre 36.5 y 37°C

Para estabilizar la temperatura corporal y mantener el metabolismo calórico sin variaciones bruscas, se debe mantener la temperatura ambiental, tanto del cuarto como de la incubadora entre los límites que constituyen la llamada zona térmica neutra, que varía según el peso del recién nacido, la edad gestacional, la edad posnatal, el estado nutricional y algún estado patológico agregado para lo que solo incluirá que hiperbilirrubinemia.

Para fines de este estudio se utilizará como referencia el cuadro **Ver anexo A**, donde nos indica que LA temperatura para recién nacidos a término con más de 2,500kg se debe de utilizar una temperatura ambiental de 31.7°C, y así evitaremos variación en la toma de temperatura y el recién nacido permanecer ánormotermico.(37)

### 3.2.5.2. Cambios de temperatura influenciados por la irradiación en el neonato:

La pérdida de calor por radiación significa pérdida de calor en forma de rayos infrarrojos, que son ondas electromagnéticas. Es decir, existe un intercambio de energía electromagnética entre el cuerpo y el medio ambiente u objetos más fríos y situados a distancia. La cantidad de radiación emitida varía en relación al gradiente que se establece entre el cuerpo y el medio ambiente. Hasta el 60% de la pérdida de calor corporal puede tener lugar por este mecanismo.(38)

#### ✓ **Hipotermia**

La superficie corporal del recién nacido es grande con relación al peso, por lo que puede perder calor rápidamente, sobre todo en el caso del bebé que nace con un peso bajo. Una temperatura corporal anormalmente baja puede hacer que disminuya el azúcar de la sangre (hipoglucemia), puede aumentar la acidez sanguínea (acidosis metabólica) e incluso puede ocasionar la muerte. El cuerpo utiliza energía rápidamente con el fin de mantenerse caliente; así cuando el niño se enfría necesita más oxígeno. En consecuencia, la hipotermia hace que el suministro de oxígeno a los tejidos pueda resultar insuficiente.,tendencia a la bradicardia e hipotensión ;disminución del metabolismo de algunos fármacos (opiáceos, fenobarbital) con riesgo a intoxicación(39)

Se puede clasificar de acuerdo a su severidad. (40)

- Hipotermia leve:  
Temperatura corporal → 36 - 36,4 ° C.  
Temperatura de piel → 35,5 - 35,9 ° C
- Hipotermia moderada:  
Temperatura corporal → 32-35,9 °C.  
Temperatura de piel → 31,5 - 35,4 ° C
- Hipotermia grave o severa:

Temperatura corporal de  $< 32^{\circ} \text{C}$ .

Temperatura de piel  $< 31,5^{\circ} \text{C}$

✓ **Hipertermia:**

La hipertermia puede ser nociva en recién nacidos que están sumamente debilitados o que tienen una enfermedad pulmonar o cardiovascular grave. Estos pueden verse amenazados por el aumento del consumo de oxígeno y del gasto cardíaco. Se sabe que como mecanismo compensador la difusión del oxígeno de la sangre a los tejidos es más eficiente con la presencia de temperaturas elevadas. Puede agravar la inestabilidad metabólica en recién nacidos con diabetes insípida o con errores congénitos del metabolismo. Entre los efectos más comunes tenemos: Irritabilidad, apnea y bradicardia, disminución o aumento de peso inadecuados, dificultad respiratoria, cambios de coloración de la piel, intolerancia alimentaria, disminución o aumento de la actividad, llanto débil, acidosis metabólica, taquicardia, taquipnea, deshidratación en los casos más graves, deshidratación - disfunción del SNC.

Se considera: Temperatura más de  $37.6^{\circ} \text{C}$  (41)

La fiebre es una respuesta adaptativa, utilizada por casi todos los vertebrados, como parte de la reacción de fase aguda de la respuesta inmune. Implica una compleja coordinación de fenómenos autonómicos, neuroendocrinos y conductuales. La respuesta febril puede ser provocada por una gran variedad de agentes infecciosos y otras condiciones no infecciosas que desencadenen la respuesta inflamatoria. Sus manifestaciones son estereotipadas e independientes de la causa. La manifestación cardinal de la fiebre es la elevación de la temperatura corporal en uno a cuatro grados Celsius por sobre lo habitual. El mecanismo de esta elevación, parece ser un aumento en el punto de regulación del termostato de la temperatura corporal, ubicado en el área preóptica del hipotálamo. Los mecanismos

termorreguladores que se activan para mantener una temperatura más elevada, son los mismos que habitualmente utiliza el organismo para mantener la temperatura en condiciones normales cuando es expuesto a un ambiente frío. El más importante de estos es la redistribución del flujo sanguíneo desde la piel a los lechos vasculares más profundos de manera de disminuir la pérdida de calor por la piel. (42)

### **3.2.6. Valoración de la temperatura en el recién nacido**

Según las recomendaciones de organismos internacionales, , los termómetros de mercurio no debe ser utilizados porque el mercurio es un contaminante peligroso para el medio ambiente (Sociedad Canadiense de Pediatría, CEE, Informe del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (43)

El termómetro de mercurio ha sido hasta hace poco el "gold estándar" para termometría. Su medición precisa requiere 3-4 min.las diferencias entre los diferentes instrumentos no son significativas.

Actualmente se aconsejan termómetros digitales usándolos según recomendaciones del fabricante.

- La temperatura axilar es la recomendada por la Asociación Americana de Pediatría como una prueba de detección de fiebre en RN. Con el brazo aducto y utilizando un termómetro apropiado a RN (ampolla de medición pequeña) se considera  $36.5^{\circ}$  to  $37.4^{\circ}$  C (44)
- La temperatura rectal quedaría restringida exclusivamente para casos de hipotermia moderada-grave. Esta temperatura puede verse afectada por la profundidad de la medición (punta del instrumento de medida no más de 2-2,5 cm en RNT) , las condiciones locales que afectan el flujo sanguíneo y la presencia de materia fecal. Además puede conllevar riesgos como la perforación de recto (No fuerce la inserción e introduzca solo la ampolla) y la capacidad de propagar contaminantes que se encuentran en las heces.

- La temperatura timpánica no está indicada en el RN debido a la dificultad de lecturas por la posición del conducto auditivo externo.
- Monitorización de la temperatura con los sensores de temperatura de la incubadora o de la cuna de calor radiante. Los sensores tienen que estar bien adheridos a la piel, sobre una superficie lisa, no ósea, procurando no cubrir el sensor con ropa o pañal, y no recostando al niño sobre el sensor. El descolocamiento accidental del sensor de la piel utilizados en servo-control de piel puede originar sobrecalentamiento accidental del bebé.

Sitio recomendado de los sensores de temperatura:

- Para temperatura cutánea o de piel: línea media abdominal, entre apéndices xifoides y el ombligo. Cubrir la punta del sensor con un cobertor de aluminio que refleje las ondas infrarrojas emitidas por la fuente de calor.
- Para temperatura axilar, el sensor se situará en el hueco axilar, dejando la punta del sensor sin proteger y fijándolo a piel a 0,5 cm de la punta. (45)

## **CAPÍTULO IV**

### **HIPÓTESIS**

#### **4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

Existe relación entre el uso de fototerapia con luz emisora de diodo (led) y la presencia de cambios de temperatura en el recién nacido a término, en el hospital IV Ramiro Prialé de Huancayo de Enero – Marzo del 2015.

#### **4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- Hay presencia de hipertermia  $37.6 - 37.9^{\circ}\text{C}$  secundaria al uso de fototerapia con luz emisora de diodo (Led) en el hospital IV Ramiro Prialé Prialé de Huancayo de enero – marzo del 2015.



## CAPÍTULO V

### MATERIAL Y MÉTODO

#### 5.1. TIPO DE ESTUDIO

El estudio será de diseño observacional porque se observara la temperatura en el recién nacido sin intervenir sobre el ; de tipo descriptivo ya que describirá la temperatura que se registre en cada observación ; analítico porque se clasificara el valor de la temperatura según su tipo, trasversal porque evaluará la temperatura durante tres días cada neonato, de tipo cuantitativo, porque se basará en la estadística para evaluar los resultados obtenidos y sustentar la hipótesis.

#### 5.2. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizará en el “Hospital Nacional Ramiro Priale Priale” de nivel IV ESSALUD, ubicado en Huancayo, que cuenta con el servicio de neonatología dividido en: unidad de cuidados intensivos , unidad de cuidados intermedios I y II, atención inmediata y alojamiento conjunto, para efectos de estudio se realizará en la unidad de cuidados intermedios II, que cuenta con unidades de fototerapia LED en 8 cunas.(46)

#### 5.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO:

La población estará constituida por 73 recién nacidos que cumplan la indicación de fototerapia con luz emisora de diodo , para esta muestra se tomó como referencia los 93 recién nacidos ingresados a fototerapia con LED en el primer trimestre del año 2013; para conseguir esta muestra se tomaran a todos los recién nacidos que ingresen a fototerapia con LED, durante el primer trimestre del 2015 , el muestreo será por conveniencia del estudio hasta completar el total de la muestra obtenida. **Ver Anexo B**

##### 5.3.1. Criterios de inclusión

- Recién nacidos a término 37- 41ss de gestación.
- Recién nacidos con peso adecuado para la edad gestacional.

- Recién nacido con BT :12 a 17mg/dL
- Neonatos con hiperbilirrubinemia fisiológica según historia clínica
- Recién nacidos en tratamiento de fototerapia LED.
- Recién nacidos hospitalizados en fototerapia con autorización de los padres para su participación en el estudio

### 5.3.2. Criterios de exclusión

- Recién nacidos prematuros.
- Recién nacidos con enfermedades infecciosas asociadas.
- Recién nacidos probablemente infectados por antecedentes maternos.
- Recién nacidos con Hipertermia mayor o igual a 38°C.

## 5.4. VARIABLES

### 5.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Uso de fototerapia con luz emisora de diodo (led).

### 5.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Cambios de temperatura en el recién nacido a término.

## 5.5. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS OPERATIVOS

- 5.5.1. Fototerapia:** Tratamiento basado en la exposición a la luz. En neonatología se usa sobre todo en recién nacidos con hiperbilirrubinemia. (47)
- 5.5.2. Luz emisora de diodo (LED):** LED es un tipo especial de diodo que trabaja como dispositivo semiconductor que emite luz incoherente de espectro reducido al ser atravesado por la corriente eléctrica, emite luz de forma eficiente y con alto rendimiento. (10)
- 5.5.3. Cambios de temperatura del recién nacido:** Son las variaciones térmicas que pueden ser de origen exógeno o endógeno en el organismo del recién nacido, que se expresa en eutermia o normotermia, hipertermia e hipotermia (17)
- 5.5.4. Recién nacido a término:** Producto de la concepción de 37 semanas a 41 semanas de gestación. (48)

## 5.6. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLE DE INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICION OPERATIVA	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE: Uso de fototerapia con luz emisora de diodo (LED).	Es el uso de la luz emisora de diodo (LED) para el tratamiento de hiperbilirubinemia en el recién nacido (RN).	Fototerapia continua	La fototerapia permanece encendida las 24h del día.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encendida 24 horas</li> <li>• Distancia de exposición 60 cm.</li> <li>• Duración para descenso de bilis 3 días</li> </ul>
VARIABLE DEPENDIENTE: Presencia de cambios de temperatura en el recién nacido a término.	Son las variaciones térmicas que pueden ser de origen exógeno o endógeno en el organismo del recién nacido, que se expresa en eutermia o normotermia, hipertermia e hipotermia (21)	NORMOTERMIA	Temperatura normal del cuerpo humano.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Axilar: 36.5- 37.5 °C</li> </ul>
		HIPOTERMIA	Disminución de la temperatura normal del cuerpo humano por debajo de los valores normales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hipotermia leve 36-36.5°C</li> <li>• Hipotermia moderada 34-36 °C.</li> <li>• Hipotermia severa Menos de 34 °C.</li> </ul>
		HIPERTERMIA	Aumento de la temperatura normal del cuerpo humano por encima de los valores normales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura más de 37.6 - 37.9°C</li> </ul>

## **5.7. TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

Para la recolección de datos se realizará la medición de la temperatura axilar cada tres horas durante tres días consecutivos a los bebés con tratamiento de fototerapia con Luz emisora de diodo (LED)

El instrumento de registro de datos será en un cuadro elaborado según conveniencia del grupo de investigadores, donde se anotarán los nombres de los recién nacidos que participarán en la investigación así como el registro de temperatura correspondiente a los tres días. **Ver Anexo C.**

## **5.8. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN**

1. Se capacitará al personal de salud que participara en la recolección de datos, para estandarizar los procedimientos de toma de temperatura según **Ver Anexo D.**
2. Se seleccionará a los neonatos que cumplan con los criterios de inclusión.
3. Se controlará la temperatura antes del ingreso al tratamiento de fototerapia a todos los recién nacidos sometidos.
4. Se realizará el control de temperatura cada 3 horas, por 3 días de exposición a fototerapia continua.
5. Cada control será registrado en el cuadro elaborado por el grupo de investigación adaptado de acuerdo a los datos que se quiere obtener.

## **5.9. PLAN DE TABULACIÓN Y ANÁLISIS**

Los serán codificados e ingresados a una base de datos creada por el Programa estadístico SPSS versión 15.0 (programa estadístico para las ciencias sociales) para su análisis.

Para determinar la asociación entre el uso de fototerapia con luz emisora y la presencia de cambios de temperatura se comparará la temperatura promedio antes del uso de fototerapia con las temperaturas cada 3 horas después de iniciada el uso de las fototerapias.

1. La prueba estadística a utilizar será la prueba T para muestras variadas siempre y cuando las temperaturas cumplan el requisito de distribución normal, de no cumplirse ese requisito se utilizará la prueba no paramétrica de Wilcoxon.
2. Se trabajará a un nivel de significancia estadística inferior a 0.05 ( $p < 0.005$ ).
3. Los resultados serán presentados en tablas y cuadros.

## CAPÍTULO VI

### CONSIDERACIONES ÉTICAS Y ADMINISTRATIVAS

#### 6.1. ASPECTOS ÉTICOS

Este estudio tomará en cuenta los principios para las intervenciones en seres humanos según se detalla:

##### **PRINCIPIO DE AUTONOMÍA**

A los padres del grupo de estudio se les informará sobre la investigación a realizar y su forma de participación de cada uno de los padres de los integrantes del grupo de estudio sobre y libre decisión de participar o no en dicha investigación para lo que se presentará el documento de consentimiento informado que garantizará que la información adquirida sea confidencial y privada, protegiéndose en todo momento la intimidad y confidencialidad de los datos que analizarán estadísticamente. **Ver anexo E**

##### **PRINCIPIO DE BENEFICENCIA**

Los resultados de la presente investigación busca mejorar los conocimientos en el uso de fototerapia Led en recién nacidos y los cambios de temperatura, posteriores consecuencias en el neonato, la investigación es de carácter científico y los investigadores son personas competentes integralmente para realizar el estudio ya que son promotores del bienestar de las personas.

##### **PRINCIPIO DE JUSTICIA**

El todo el proceso de investigación se considerará a la persona como ser humano respetando sus derechos, buscando en todo momento mejorar y contribuir en su bienestar.

##### **PRINCIPIO DE NO MALAEFICENCIA**

La presente investigación se efectuará buscando el menor riesgo o daño posible al grupo de estudio ya que la guía de atención a aplicarse no presenta riesgo alguno.

## 6.2. PRESUPUESTO

N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1. Recursos Humanos	- Estudiantes de Enfermería	04	0	0
	- Asesor	01	S/. 200.00	S/. 1200.00
	- Estadístico	01	S/. 25.00	S/. 25.00
2. Recursos materiales	- Lapiceros	12	S/.1.00	S/. 12.00
	- Borrador	5	S/.0.50	S/. 2.50
	- Papel bond	2 cientos	S/.16.00	S/.32.00
	- Folder	8	S/.0.80	S/.6.40
3. Servicios	- Asesoría	06	S/.200.00	S/.1200.00
	- Búsqueda en internet	40	S/.5.00	S/.200.00
	- Impresiones	8	S/.0.20	S/.48.00
	- Copias y reproducciones	10	S/.0.10	S/.100.00
	- Comunicación Telefónica	60	S/.0.50 min	S/.300.00
	- Refrigerio	20	S/.5.00	S/.100.00
4. Viáticos y transporte	- Movilidad y alojamiento	4	S/.500.00	S/.2000.00
TOTAL			S/.954.11	S/.5225.9

### 6.3. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	Ene	Feb	Mar	Abril	Mayo	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Planteamiento del problema	→														
Formulación del problema	→														
Formulación de Objetivos		→													
Elaboración de Propósito				→											
Elaboración de la Justificación				→											
Recolección de Marco Teórico				→											
Formulación de Hipótesis						→									
Operacionalización de variables							→								
Definición de Términos							→								
Descripción del Área de Estudio							→								
Delimitación de la población							→								
Cálculo de la muestra								→							
Elaboración del instrumento										→					
Recolección de datos													→		



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Antonio HernandezMartinez; Juan Gómez Salgado. Enfermería del recién nacido en riesgo y procedimientos neonatales. Colección líneas de Especialización en Enfermería. ENFO ediciones para FUDEN. Pag: 537-541.
- 2) Avery. Neonatología. 2012: Editorial medica panamericana Buenos Aires. Pag: 544-645.
- 3) Rutas de cuidados especiales al paciente pediátrico. Vol. II. Editorial: ENFO ediciones para FUDEN. Pag: 355-357
- 4) Meritano J et al. Comparación de la eficacia de la fototerapia convencional con tubos de luz azul vs LEDs Pág:59
- 5) Kumar P, Chawla D, Deorari A. Fototerapia con diodo emisor de luz para la hiperbilirrubinemia no conjugada en neonatos. Cochrane Database of SystematicReviews 2011 Pág: 12.
- 6) Lic. Guillermina Chattás Cuidados al recién nacido en luminoterapia. Revista de Enfermeria editorial, Pag: 53. disponible en:<http://www.fundasamin.org.ar/archivos/revista%20F.%20impresi%C3%B3n%20N4.pdf>
- 7) Oficina de capacitación e investigación del hospital el Carmen de Huancayo.
- 8) Oficina de estadística e informática del hospital IV de Huancavelica.
- 9) Ministerio de Salud del Perú ( MINSa ) , Disponible en:  
<<http://www.minsa.gob.pe/estadisticas/nacionaldisa.asp>> ,2010
- 10) Kendric C. Smith, Phd, Photomedicine and Laser Surgery, “Laser and LED (therapy) is phototherapy  
<[www.liebertonline.com/doi/pdf/10.1089/pho.2005.23.78](http://www.liebertonline.com/doi/pdf/10.1089/pho.2005.23.78)>, 2005
- 11) Ministerio de Salud del Perú ( MINSa ) , Disponible en:  
<<http://www.minsa.gob.pe/estadisticas/nacionaldisa.asp>> ,2005
- 12) López de Roux, María del Rosario and Cortina Rosales, Lázaro Enfermedad hemolítica perinatal. Rev CubanaHematolInmunolHemoter, Dic 2009, vol.16, no.3, p.161-183. ISSN 0864-0289

- 13) Robertson CA, Hawkins D, Abrahamse H. Photodynamic therapy (PDT): A short review on cellular mechanisms and cancer research applications for PDT. PhotochemPhotobiol B. 2009;96:1-8. Alejandro Selios “Control de intensidad óptica para el equipo de fototerapia "BiliLED" Núcleo de Ingeniería Biomédica (Facultad de Ingeniería y Facultad de Medicina) Montevideo, URUGUAY Pag 34-36
- 14) Ryer Alex, “The handbook of the Light”, 2nd edition, International Light , Newburyport, MA 01950, 2007
- 15) Vargas Franklin, Rivas Carlos, Zoltan Tamara, Padrón Liliana, Izzo Carla, “ <[http://www.abcmedicus.com/articulo/medicos/2/id/421/pagina/2/fototerapia\\_aplicaciones\\_clinicas.html](http://www.abcmedicus.com/articulo/medicos/2/id/421/pagina/2/fototerapia_aplicaciones_clinicas.html) >.
- 16) Steven L. Jacques, Scott A. Prahl, “Optical Properties” ,Oregon Graduate Institute, <<http://omlc.ogi.edu/classroom/ece532/class3/index.html>>, 2008
- 17) Centro Láser Vigo Publicaciones Científicas, “ Propiedades ópticas de la piel”, <[http://www.pgvnet.com/centrolaservigo/publicaciones.html#propiedades\\_sopticas\\_cc](http://www.pgvnet.com/centrolaservigo/publicaciones.html#propiedades_sopticas_cc)> , 2001
- 18) Takanori, Igarashi, Ko Nishino, Shree Nayar, “ The appearance of Human Skin”, Department of Computer Science Columbia University USA, 2009
- 19) Merino MacDonnel, Eduardo, “Meta-análisis sobre las aplicaciones terapéuticas de los foto estimuladores basados en LEDs” [http://www.therallum.com/Meta.htm#\\_ednref2](http://www.therallum.com/Meta.htm#_ednref2)
- 20) Merino MacDonnel, Eduardo, “Meta-análisis sobre las aplicaciones terapéuticas de los foto estimuladores basados en LEDs” disponible en: [http://www.therallum.com/Meta.htm#\\_ednref2](http://www.therallum.com/Meta.htm#_ednref2)
- 21) Chuchuka S. Enwemeka, “Therapeutic Light “, disponible en: <<http://www.rehabpub.com/features/1022004/2.asp> >, New York, 2004
- 22) Centro Láser Vigo Publicaciones Científicas, “ Propiedades ópticas de la piel” disponible en: <[http://www.pgvnet.com/centrolaservigo/publicaciones.html#propiedadesopticas\\_cc](http://www.pgvnet.com/centrolaservigo/publicaciones.html#propiedadesopticas_cc)> , 2001
- 23) “Interaction with the laser beam with living tissue”, disponible en: <[www.univlille2.fr/safelase/english/tiss\\_en.html](http://www.univlille2.fr/safelase/english/tiss_en.html) > 2007

- 24) Centro Láser Vigo Publicaciones Científicas, “ Propiedades ópticas de la piel”, disponible en:  
 <<http://www.pgynet.com/centrolaservigo/publicaciones.html#propiedadesopticas> cc> , 2001
- 25) Knave, Bengt, director de la Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo “Radiaciones no ionizantes”, disponible en:  
<http://www.mtas.es/insht/EncOIT/pdf/tomo2/49.pdf>.
- 26) Whelan, Harry T. “Light Emitting Diodes Aid Wound Healing”, Health link  
 <<http://healthlink.mcw.edu/article/9754050257.htm> > ,2006
- 27) The Wisconsin Center for Space Automation & Robotics, “Light Emitting Diodes for medical applications”, disponible en:  
 <[http://www.spacefoundation.org/hof/medical\\_led.html](http://www.spacefoundation.org/hof/medical_led.html) > , 2010
- 28) Calderhead, Glen, Msc. Phototherapy Laboratory in Tokyo, “The photobiology of LED Phototherapy”, disponible en:  
 <<http://www.medsurgeadvances.com/media/pdf/photobiology.pdf>>.2006
- 29) Heelprus.com “ Led Light Therapy Research “disponible en:  
 <[https://plus37.safe-order.net/heelspurs/a/led/led\\_research.html#journal](https://plus37.safe-order.net/heelspurs/a/led/led_research.html#journal)> , 2006
- 30) Chuchuka S. Enwemeka, “Therapeutic Light “, disponible en:  
 <<http://www.rehabpub.com/features/1022004/2.asp> > , New York, 2009
- 31) Valbuena, Cecilia,” ¿Qué es la fotodermatología? “, Laboratorio de fotodermatología 2003 disponible en:  
 <<http://med.javeriana.edu.co/publi/vniversitas/serial/v44n4/0034%20foto.pdf>>
- 32) Piña Barba, Maria Cristina, “ La luz en medicina” disponible en:  
 <[http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/37/htm/sec\\_12.htm](http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/37/htm/sec_12.htm)> ,
- 33) Whitehurst Colin(GB) , “Phototherapy method and apparatus using red or infrared light”, patent GB2425481 disponible en:  
<http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=GB2425481&F=0>

- 34) Karu, T.I. "Low power laser therapy. In: CRC Biomedical Photonics Handbook" April 2005., T. Vo-Dinh, Editor-in-Chief, CRC Press, Boca Raton (USA) Volume 36,Nº 4, Pág: 307–314.
- 35) Lyon, AJ; Pikaar, ME; Badger, P; McIntosh, N Lyon, AJ; Pikaar, ME; Badger, P; McIntosh, N. Control de la temperatura en muy bajo peso al nacer los lactantes durante los cinco primeros días de vida. (Arch Dis Child 1997;Pag:47-50
- 36) Bailey J, Rose P. Temperature measurement in the preterm infant: A literature review. Journal of Neonatal Nursing 2000;Pag: 6:28-32.
- 37) Raquel Mascimento Tamez, Maria Jones Pantoja Silva, Enfermería en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales ,editorial Medica Panamericana 3ra edición 2006 , pag 47
- 38) Manual Merck para el Hogar ; seccion 23: problemas de salud en la infancia; cap.252 problemas en recién nacidos y lactantes 09/04/2014 Hora: 22:15pm; disponible en : <http://consumidores.msd.com.mx>
- 39) Hipotermia Neonatal, DrHboix, Hospital Vall De Hebron, 2011
- 40) Castro ,M., Repeto ,M., Cancela , M., Latof ,M., Hernández C. , Bustos R.,Experiencia clínica en la utilización de bolsa de polietileno para disminuir la hipotermia en el recién nacido menor de 1.000 gramos. ArchPediatrUrug 2007; 78(2): 110-114
- 41) Revista Cubana de Pediatría, versión On-line ISSN 1561-3119, oct.-dic. 1998
- 42) Síndrome Febril En Pediatría; Dra. Tamara Hirsch B. Pag. 12 09/04/2014 Hora: 22:15pm; disponible en: <http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/manualped/sfebril.html>
- 43) Ramos JLA, Vaz FAC, Araújo MCK. Ictericia del recién nacido. In: Marcondes E. Pediatría básica. São Paulo (SP):Sarvier; 2002. Pag:466 85.
- 44) McCall EM, Alderdice FA, Halliday HL, Jenkins JG, Vohra S. Intervenciones para prevenir la hipotermia en el momento del parto en niños prematuros o con bajo peso al nacer (Revisión Cochrane traducida). En: Biblioteca Cochrane Plus 2010 Número 3. Oxford: Disponible en: <http://www.update-software.com>. (Traducida de The Cochrane Library, 2010 Issue 3 Art no. CD004210

- 45) Suresh GK, Martin CL, Soll RF. Metaloporfirinas para el tratamiento de la hiperbilirrubinemia no conjugada en recién nacidos. Biblioteca Cochrane Plus [en línea] 2005 [fecha de acceso 5 de noviembre de 2005]; disponible en: <http://www.updatesoftware.com/abstractsES/AB004207-ES.htm>
- 46) Unidad de estadística del Hospital Ramiro Priale. 2013
- 47) Monica Sarin, Sourabh Dutta and Anil Narang estudio clínico randomizado controlado de “Lámpara fluorescente compacta versus fototerapia estándar para el tratamiento de hiperbilirrubinemia neonatal en hospitales de la india durante el año 2011”.
- 48) Jean V Craig , Gillian A Lancaster , Stephen Taylor , Paula R Williamson and Rosalind L Smyth , Infrared ear thermometry versus rectal thermometry in children The Lancet , Volume 360, Issue 9333 , 24 August 2002 , Pag 58.

## ANEXO A

EDAD Y PESO	TEMPERATURA INICIAL (°C)	RANGO DE TEMPERATURA (°C)
0 – 6 horas Menos de 1.200 g 1.200 - 1.500 g 1.501 – 2.500 g Más de 2.500 g (y >36 semanas)	35 34.1 33.4	34.0 – 35.4 33.9 – 34.4 32.8 – 33.8
6 – 12 horas Menos de 1.200 g 1.200 - 1.500 g 1.501 – 2.500 g Más de 2.500 g (y >36 semanas)	35 34 33.1 32.8	34.0 – 35.4 33.5 – 34.4 32.2 – 33.8 31,4 – 33.8
12 – 24 horas Menos de 1.200 g 1.200 - 1.500 g 1.501 – 2.500 g Más de 2.500 g (y >36 semanas)	34 33.8 32.8 32.4	34.0 – 35.4 33.3 – 34.3 31.8 – 33.8 31.0 – 33.7
24 – 36 horas Menos de 1.200 g 1.200 - 1.500 g 1.501 – 2.500 g Más de 2.500 g (y >36 semanas)	34 33.6 32.6 32.1	34.0 – 35.0 33.1 – 34.2 32.6 – 33.6 30.7 – 33.5
36 – 48 horas Menos de 1.200 g 1.200 - 1.500 g 1.501 – 2.500 g Más de 2.500 g (y >36 semanas)	34 33.5 32.5 31.9	34.0 – 35.0 33.0 – 34.1 34.1 – 33.5 30.5 – 33.3
48 – 72 horas Menos de 1.200 g 1.200 - 1.500 g 1.501 – 2.500 g Más de 2.500 g (y >36 semanas)	34 33.5 32.5 31.7	34.0 – 35.0 33.0 – 34.0 31.2 – 33.4 30.1 – 33.2
72 – 96 horas Menos de 1.200 g 1.200 - 1.500 g 1.501 – 2.500 g Más de 2.500 g (y >36 semanas)	34 33.5 32.2 31.3	34.0 – 35.0 33.0 – 34.0 31.1 – 32.2 29.8 – 32.8
4 -12 días Menos de 1.500 g 1.501 – 2.500 g Más de 2.500 g (y >36 semanas) 4 – 5 días 5 – 6 días 6 – 8 días 8 -10 días 10 – 12 días	33.5 32.1  31 30.9 30.6 30.3 30.1	33.0 – 34.0 31.0 – 32.3  29.5 – 32.3 29.4 – 32.3 29.0 – 32.2 29.0 – 31.8 29.0 – 31.4

## ANEXO B

### CÀLCULO DEL TAMAÑO DE MUESTRA

A. Muestra: 
$$\frac{Z^2 \times p \times q}{E^2}$$

Muestra: 
$$\frac{(1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5}{(0.05)^2}$$

Muestra: 384

B. nf: 
$$\frac{M}{1 + \frac{M}{N}}$$

nf: 
$$\frac{384}{1 + \frac{384}{93}}$$

nf: 72.6

nf: 73 recién nacidos con indicación de fototerapia.

#### *Dónde:*

N: Es la población total.

p: Es la proporción de recién nacidos que experimentan cambios de T° por fototerapia. No se conoce,  $p = 0.5$

q: Es la proporción de recién nacidos los que no experimentan cambios de T°,  $q = 1 - p$ ,  $q = 0.5$

Z: Factor de confianza (95%),  $Z = 1.96$

E: Es la dimensión del error de estimación (5%),  $E = 0.05$ .

## ANEXO C

### I. INSTRUCCIONES

1. Verificar si el recién nacido tiene el consentimiento informado aceptado por los padres.
2. Verificar y registrar los datos del recién nacido correctamente y con letra imprenta legible.
3. Realizar la toma de Temperatura axilar de acuerdo al Anexo D.
4. Anotar el dato obtenido con color de lapicero según leyenda.

		REGISTRO DE TEMPERATURA																							
		Termostato digital : 31.7 °c																							
N°	RN	PRIMER DIA						SEGUNDO DIA						TERCER DIA											
		M		T		N		M		T		N		M		T		N							
		9	12	15	18	21	24	3	6	9	12	15	18	21	24	3	6	9	12	15	18	21	24	3	6
1																									
2																									
3																									
4																									
5																									
6																									
7																									
8																									
9																									
10																									
11																									
12																									
13																									
14																									
15																									
16																									
17																									
18																									
19																									
20																									

Leyenda: Lapicero  
 Azul: T°=36.5 – 37.5°c  
 Rojo: T°=37.6 – 37.9°c  
 Negro T°=35° – 36.4°c



## ANEXO D

### PROCEDIMIENTO DE TOMA DE TEMPERATURA AXILAR

1. Verificar la temperatura ambiental en el termostato digital =31.7°C
2. Trasladar el material a utilizar a la unidad del paciente.
3. Verificar datos de identificación del paciente.
4. Lavarse correctamente las manos.
5. Sacar el termómetro del porta termómetro y limpiarlo con una torunda con solución desinfectante, secarlo con otra nueva y desechar las torundas.
6. Rectificar que la columna del mercurio registre menos de 35°C, si no es así, tome el termómetro con el dedo índice y pulgar y agítelo enérgicamente mediante movimientos hacia abajo y bajar el nivel del mercurio a 35°C.
7. Colocar al paciente en posición decúbito dorsal o según indicación postural
8. Colocar el bulbo del termómetro en la zona axilar elevando el brazo del paciente, bajar y sostener el brazo con firmeza pero suavemente contra su cuerpo por espacio de 5 minutos.
9. Retirar el termómetro.
10. Leer el termómetro una vez que se retire.
11. Registrar la temperatura de la lectura en el cuadro sin aumentar valores.

## ANEXO E

### Consentimiento Para Participar En Un Estudio De Investigación

**Instituciones :** Universidad Cayetano Heredia - UPCH  
**Investigadores:** Huallpa Ildefonso, Rocío Liliana; Leiva Galindo,  
RommyZeham; Pizarro Nonalaya, NargisStefany

**Título:** Relación entre fototerapia con luz emisora de diodo (led) y la presencia de cambios de temperatura en el recién nacido a término, en el hospital IV Ramiro PrialéPrialéde Huancayo de enero – marzo del 2015

#### **Propósito del Estudio:**

Estamos invitando a su hijo(a) a participar en un estudio llamado: “Relación entre fototerapia con luz emisora de diodo (led) y la presencia de cambios de temperatura en el recién nacido a término, en el hospital IV Ramiro PrialéPrialé De Huancayo de enero – marzo del 2014”. Este es un estudio desarrollado por investigadores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, Estamos realizando este estudio para evaluar los cambios de temperatura durante la fototerapia con luz emisora de diodos (LED) utilizando el control de temperatura en su hijo, con la finalidad de conocer los resultados.

La fototerapia con luz emisora de diodo es altamente revolucionaria por sus grandes beneficios en la disminución de bilirrubina en sangre del recién nacido sin embargo se han hecho pocos estudios sobre los efectos térmicos que producen estos sobre el recién nacido expuestos razón por la cual se realizará el estudio.

#### **Procedimientos:**

Si su hijo decide participar en este estudio se le realizará lo siguiente:

1. Se realizarán controles de temperatura axilar cada tres horas por tres días consecutivos durante la fototerapia.
2. Se registraran los datos obtenidos en una ficha.

**Riesgos:** No se prevén riesgos para su hijo(a) por participar en este estudio.

**Beneficios:** Su hijo se beneficiará de una evaluación térmica cada tres horas durante la fototerapia y no le ocasionarán gasto alguno.

**Costos e incentivos:** Usted no deberá pagar nada por participar en el estudio. Igualmente, no recibirá ningún incentivo económico ni de otra índole, únicamente la satisfacción de colaborar a un mejor entendimiento de los cambios de temperatura durante el uso de fototerapia con luz emisora de diodos (LED)

**Confidencialidad:** Nosotros guardaremos la información de su hijo(a) con códigos y no con nombres. Si los resultados de este seguimiento son publicados, no se mostrará ninguna información que permita la identificación de las personas que participan en este estudio. Los datos registrados de su hijo(a) no serán mostrados a ninguna persona ajena al estudio sin su consentimiento.

**Uso de la información obtenida:** Si usted no desea que las muestras de su hijo(a) permanezcan almacenadas ni utilizadas posteriormente, su hijo(a) aún puede seguir participando del estudio.

Autorizo a tener los datos obtenidos de mi hijo(a) almacenados: SI

Además la información de los resultados de su hijo(a) será guardada y usada posteriormente para estudios de investigación beneficiando al mejor conocimiento de la fototerapia con luz emisora de diodo (LED) permitiendo la evaluación, se contará con el permiso del Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, cada vez que se requiera el uso de los datos obtenidos.

**Derechos del paciente:** Si usted decide que su hijo(a) participe en el estudio, podrá retirarse de éste en cualquier momento, o no participar en una parte del estudio sin perjuicio alguno. Si tiene alguna duda adicional, por favor pregunte al personal del estudio, o llamar al: 943503519

Si usted tiene preguntas sobre los aspectos éticos del estudio, o cree que ha sido tratado injustamente puede contactar al Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia al Telf.: 01-3190000 anexo 2271.

**CONSENTIMIENTO** Acepto voluntariamente que mi hijo(a) participe en este estudio, comprendo que cosas le pueden pasar si participa en el proyecto, también entiendo el que puede decidir no participar aunque yo haya aceptado y que puede retirarse del estudio en cualquier momento. Recibiré una copia firmada de este consentimiento:

\_\_\_\_\_  
**Padre o apoderado**

**Nombre:**

**DNI:**

\_\_\_\_\_  
**Fecha**

\_\_\_\_\_  
**Investigador**

**Nombre:**

**DNI:**

\_\_\_\_\_  
**Fecha**