

11249

28



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO E INVESTIGACION
SECRETARIA DE SALUD
HOSPITAL INFANTIL DE MEXICO FEDERICO GOMEZ



BALANCE DE CALOR EN RECIEN NACIDOS PRETERMINO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ENSEÑANZA

2000

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE LA SUBESPECIALIDAD EN

NEONATOLOGIA

P R E S E N T A :

DRA. CELIA YAHUITL GONZALEZ



DIRECTOR DE TESIS / DR. ENRIQUE UDAETA MORA
Sec. de Servs. Escolares

288098

ENE. 22 2001

MEXICO, D. F.

Unidad de Servicios Escolares
BP de (Posgrado)

FEBRERO DE 2001



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.



**HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO
"FEDERICO GÓMEZ"**

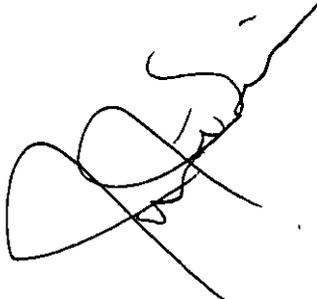
**SUBDIRECCION DE
ENSEÑANZA**

2000

BALANCE DE CALOR EN EL RECIEN NACIDO PRETERMINO
Correlación entre ganancia o perdida y manifestaciones Clínicas
empleando un programa de computo. Fase I Observación

DIRECTOR DE TESIS


DR ENRIQUE UDAETA MORA



DEDICATORIA

A DIOS por la oportunidad de llegar a esta meta

A MIS PADRES por su gran apoyo para seguir adelante a pesar de todas las adversidades, por compartir momentos de mi vida y por ser quienes me enseñaron a luchar por la vida.

A MIS PROFESORES:

DR ENRIQUE UDAETA MORA

DRA DINA VILLANUEVA GARCIA

DRA TERESA MURGIA DE SIERRA

DRA MONICA VILLA GUILLEN

DRA EDNA VAZQUEZ

DRA MARIA ESTER SANTILLAN

Por la oportunidad de haber pertenecido al Hospital Infantil de México, por brindarme el apoyo para seguir adelante, y sobre todo por haberme enseñado gran parte de lo que sé, brindando la base para nuevos conocimientos. En especial al Dr. Udaeta por compartir con nosotros todos sus conocimientos esperando nos recuerde siempre.

¡¡GRACIAS!!

INDICE

INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	4
MATERIAL Y METODOS.....	6
RESULTADOS.....	15
DISCUSION Y ANALISIS.....	37
CONCLUSIONES.....	40
BIBLIOGRAFIA.....	41
ANEXOS.....	44

INTRODUCCIÓN

La influencia del ambiente térmico, en el que se cuida a un recién nacido constituyó una de las principales preocupaciones de quienes fueron los iniciadores de la neonatología: son clásicas las observaciones de Pierre Budín sobre la influencia de la temperatura ambiental en la mortalidad de los niños prematuros. Algunos investigadores, al verificar la dificultad que tenían los prematuros para conservar una temperatura semejante a la del adulto, recomendaban que podría ser normal, e inocuo para ellos tener temperaturas rectales inferiores a 36°C Celsius (1)

Posteriormente, diversos autores estudiaron la fisiopatología de la termoregulación y su importancia en el cuidado del recién nacido, en especial los pretérminos y los de bajo peso al nacer (Bruck, 1961; Silverman 1958; Hey, 1969; Siclair 1976).

Desde el punto de vista histórico, el conocimiento y el buen manejo de la termoregulación ejercieron impacto sobre el descenso de la mortalidad del neonato ya que el mantener correcto el balance de calor se incrementa la sobrevivencia.

Existe un sistema de termorregulador, compuesto por sensores de calor situados en diversas partes de la piel, mucosas y las regiones profundas del cuerpo que envían información sobre el estado térmico a un procesador central, que se encuentra en el hipotálamo y que elabora la información poniendo en marcha los mecanismos que regulan las pérdidas de calor y su

producción. El neonato esta especialmente predispuesto a pérdidas excesivas de calor porque tiene una gran Area de superficie con relación a la masa corporal, presentando además tejido graso subcutáneo delgado, y una menor efectividad en prevenir las pérdidas de calor por convección a través de la superficie de la piel producidas por el metabolismo del propio neonato.

El recién nacido sobre todo el prematuro el calor generado por el metabolismo interno puede ser modificado por el medio ambiente por radiación, convección, conducción y evaporación.

Para mantener la estabilidad de la temperatura corporal. Tiene que existir equilibrio entre la producción y perdida de calor, con este fin existe un sistema de termorregulador, el cual es aun inmaduro en los neonatos prematuros, de ahí que la termoregulación se encamine a disminuir esas pérdidas de calor, evitando los cambios de temperatura y manteniendo a los prematuros en un ambiente propicio para ellos. Por tal motivo existen diversos tipos de incubadoras que nos mantienen esta estabilidad térmica.

La mejor forma de controlar y disminuir las pérdidas de calor del neonato pretérmino y de bajo peso se realiza mediante la colocación del mismo en incubadoras sobretodo de doble pared, en donde tanto la temperatura como la humedad son importantes para evitar mayor perdida de calor. La importancia de la humedad higiénica dentro de una incubadora de doble pared disminuye de manera considerable las pérdidas de calor por evaporación, sobretodo en

la primera semana de vida, en donde se recomienda utilizar 40-60% de humedad, ya que una baja humedad en la incubadora además de producir un aumento en las pérdidas de calor, también favorece que el neonato sea más susceptible a infección por hongos.

Existen varios factores que modifican las pérdidas de calor en una unidad de cuidados intensivos neonatales, como son la terapia con oxígeno, apoyo con ventilación mecánica asistida, fototerapia, entre otros. Por lo que, todos los estudios tendientes a informar sobre el comportamiento térmico y su repercusión en el balance hídrico, calórico y ácido base permitirán disminuir la morbilidad y mortalidad de los neonatos prematuros y los de muy bajo peso al nacer.

Por lo anterior, la termoregulación es un concepto esencial y una terapéutica básica en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales.

OBJETIVO GENERAL

Conocer en el neonato de pretérmino las cuales son las pérdidas de calor por convección, radiación y evaporación, así como determinar las ganancias de calor por producción de calor corporal, empleando un programa de computo, diseñado para tal fin.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A) Correlacionar los hallazgos de balance de calor (pérdida o ganancia) con relación a los síntomas clínicos ocasionados por los mismos (hipotermia, hipertermia, hipoglucemia, pobre ganancia de peso); determinando si el balance de calor del recién nacido prematuro está estrechamente relacionado con la morbilidad y mortalidad neonatal.

B) Establecer las diferencias existentes entre el control de la temperatura en forma habitual y establecida mediante un programa de computo.

OBJETIVOS A MEDIANO PLAZO

A) Capacitar al personal de salud del servicio, en el manejo adecuado de la temperatura y humedad de la incubadora.

B) Calcular el calor y humedad óptima para cada recién nacido pretérmino con determinada patología y peso específico.

C) Recomendar cambios en los parámetros de la incubadora (humedad y calor) de acuerdo a cálculos establecidos en el programa de cómputo, para disminuir las pérdidas de calor.

D) Reducir la morbilidad asociada con trastornos en el balance de calor.

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se realizó en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Departamento de Neonatología, dependiente de la Subdirección Médica del Hospital Infantil de México "Federico Gómez".

Se estudió a un grupo de recién nacidos prematuros que se encontraban en incubadora cerrada. Analizando la diferencia que existe entre una temperatura óptima calculada y una manejada de manera rutinaria, aplicando un sistema de cómputo para determinar de acuerdo a las semanas de gestación, días de vida y peso, él calculó de temperatura y humedad ideal.

Se trató de un estudio original, ya que no hay reportado ningún estudio en la revisión bibliográfica revisada que nos hable del control térmico para disminuir las pérdidas insensibles del recién nacido, en especial del prematuro y el de bajo peso para la edad gestacional. Así mismo fue un diseño observacional el cual tuvo como propósito básico demostrar la diferencia de temperatura del recién nacido pretérmino regulando la temperatura de manera rutinaria y la temperatura óptima calculada por un sistema de computo.

Por otra parte fue de tipo prospectivo ya que se siguió a un grupo de recién nacidos pretérmino, recolectándose la información periódicamente, informando los cambios que en ellos ocurrieron en el tiempo y período establecido.

El universo lo constituyó todos los recién nacidos pretérmino menores de 1500 gr. de peso al nacer internados en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales, calculándose la muestra sobre la base de las complicaciones secundarias a trastornos de la temperatura, registrado que en la literatura es del 25%, determinando un poder de resolución del 80%, obtenido con un alfa 0.05.

Este estudio fue una fase de observación, en la cual se incluyeron a todos los neonatos que cubrieron los criterios de inclusión, analizando las variables definidas, correlacionando los síntomas clínicos del paciente con el balance térmico obtenido en cada uno de ellos. Los datos se registraron en las hojas de recolección de datos anotando la temperatura, humedad del medio ambiente y de la incubadora, temperatura del paciente, y los datos clínicos presentados en ese momento. Posteriormente se realizaron los cálculos correspondientes a cada paciente y en cada medición acerca de la temperatura y humedad óptima que debería tener el neonato en ese momento. En esta etapa no se realizó ninguna modificación a la temperatura y humedad que debería tener la incubadora, solo se observaron los cambios que hubo graficando y correlacionando los datos obtenidos, con el estado clínico del paciente.

Los criterios de inclusión fueron neonatos de pretérmino menores de 1500grs de peso al nacer, que se encontraban en incubadora cerrada, de doble pared, en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales, durante la fase crítica y que se obtuvieran las variables determinadas, en el momento que se estuvo estudiando.

Con respecto a los criterios de exclusión utilizados, fueron neonatos pretérmino de menos de 1500grs que fallecieron antes de las 72 horas, que tuvieran más de 7 días de vida extrauterina, pacientes que tuvieran colchón térmico o quienes se les colocó un "aislante o campana para el cuerpo" dentro de la incubadora.

En los criterios de validez para la determinación de la temperatura ambiental se empleo un termómetro ambiental de mercurio, para la determinación de la humedad ambiental se habló al Centro Meteorológico Ambiental..

El material utilizado en este estudio fue incubadora de doble pared de cuidado intensivo marca Dragër, modelo 8000 IC/SC, la cual al momento de encenderse se le programa la humedad y temperatura de manera manual, registrando los cambios de temperatura. Para la medición de la temperatura corporal, se utilizó termómetro de mercurio manual, el cual se colocó vía rectal por 3 minutos y se realizó lectura del mismo. Para el balance hídrico se registraron todos los ingresos y egresos del paciente en la hoja de terapia intensiva y al termino de cada turno se cerró el balance tomado en cuenta las pérdidas insensibles calculadas por metro cuadrado de superficie corporal (m^2SC), obteniéndose un balance parcial y al término de cada día un balance total, realizando correlación con el buen o mal control de la temperatura, en ambos grupos de estudio. Se utilizo tira reactiva Glucotex para la determinación de Glicemia, donde para su obtención primero se realizó una pequeña punción en el talón del neonato con una lanceta, para obtener una gota de sangre, la cual se colocó en la tira reactiva, dejándose durante 1 minuto, se retiró el excedente con un papel

absorbente y se realizó lectura comparando el color con los parámetros que se encuentran en cada tubo de las tiras reactivas y se registro en las hojas de terapia intensiva 1 vez por turno. Las lamparas de fototerapia empleada fueron marca Dräger luz azul de cuarzo, y solo se utilizaron en aquellos pacientes que mediante las gráficas de bilirrubinas de acuerdo a los días de vida y edad gestacional estuvieron en el rubro de requerir fototerapia y en este caso solo se registro si hubo o no fototerapia. Se utilizó báscula digitel electrónica marca para determinar el peso del paciente diariamente y comparar con el peso basal y posteriormente correlacionar el total de perdidas insensibles con el control y balance térmico de las incubadoras en donde se encontraba el paciente. Para el hematócrito se tomo un capilar, el cual se centrifugo y posteriormente se determino en porcentaje para detectar si hubo o no pérdida excesiva de líquidos que nos hubieran condicionado un balance hídrico muy negativo.

Para el procesamiento de datos se anotó inicialmente la recolección de todos los datos importantes para la realización de este protocolo como es el nombre, registro, edad gestacional del recién nacido prematuro, los días de vida extrauterina, el peso al nacimiento y el peso actual, si tenía en ese momento fototerapia. Se registro la temperatura ambiental, de la incubadora y del paciente, en tres mediciones distintas, también se registro la humedad que en ese momento tenía la incubadora. Se calculó sobre la base de los ingresos y egresos del paciente su balance hídrico parcial por turno, con un cálculo de pérdidas insensibles por m^2SC y al finalizar el día se cerro el balance de 24 horas, para relacionarlo con el control térmico en pacientes que se manejaron en el grupo control sin realizar ninguna modificación.

Para el cálculo de balance calórico se empleo un programa de computo desarrollado por Dräger AG Lübeck versión 3.02 que corre bajo Microsoft Excel 4.0 PC compatible. Este programa es un modelo que representa el balance de calor del recién nacido que se encuentra en incubadora cerrada. Este muestra la importancia de los diferentes tipos de pérdidas de calor de los recién nacidos, demostrando que la incubadora de doble pared puede mantener estable la temperatura. Este programa también muestra la importancia de la humedad para disminuir las perdidas insensibles. Para leer este programa se utiliza Excel para abrir el directorio, en donde se registran los siguientes datos: Peso al nacimiento (300-4000gr), días de vida (0-365), edad gestacional en semanas (20-46), temperatura de la habitación (17-31°C), fototerapia (0-1 días), temperatura de la incubadora (17-39°C), humedad relativa de la incubadora (0-90%). A continuación se muestra el sustrato físico en la que se basa para el calculo de perdidas insensibles. Inicialmente se debe obtener el área de superficie corporal del recién nacido para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

Area de superficie corporal del Recién Nacido:

$$A = 4,688 * m^{(0.8168 - 0.0154 * \text{LOG}(m))} \text{ (cm}^2\text{)} \quad (25,26)$$

La temperatura interna de la incubadora depende del modelo.

$$\text{Incubadora 8000 IC} \quad TS = TI * (1 - 0.00234 * (TI-TR)) + 273.15 \quad (\text{K}) \quad (28)$$

$$\text{Incubadora 8000 SC} \quad TS = TI * (1-0.00483 * (TI-TR)) + 273.15 \quad (\text{K}) \quad (28)$$

El máximo de calor interno de la incubadora se calcula:

$$TD = TI * (0.009 * (TI-TR)) + \text{CorrHumed} + \text{Corrfoto}, \quad (\text{K}) \quad (29)$$

Si (humedad relativa >40 entonces $\text{CorrHumed} = (\text{RH}-40)*0.015$

De otro modo $\text{CorrHumed} = 0.$

Sí (hay fototerapia) Entonces $\text{CorrFoto} = 2$

De otro modo $\text{CorrFoto} = 0$

Para obtener el cálculo del balance de calor se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q \text{ bebé} = m * (0.0522 * p + 1.64) / 1000 \quad (\text{W}) \quad (25,30,31) \quad \text{Dentro de este balance}$$

de calor se obtienen cálculos acerca de la pérdida o ganancia de calor mediante los mecanismos de evaporación, radiación, convección y conducción, los cuales se muestran a continuación los cálculos realizados.

RADIACION

El calor transportado por el mecanismo de radiación depende de la temperatura de la superficie y la estructura de la misma, también depende del gas, en el aire ambiente que se encuentra entre los dos cuerpos: Las dos superficies opuestas cambian energía mediante radiación uno con otro, si la pared interna de la incubadora es más caliente que la piel del bebe, entonces el recién nacido perdería calor mediante radiación. Por lo que su cálculo es el siguiente:

$$Q \text{ Rad} = 5.67 \text{ E-8 vestido} * (0.4 A * (30.915^4 - \text{TD}/10^4) + (0.3 * A * (30.915^4 - \text{TS}/10^4)))$$

(W) (25).

CONVECCION

Un cuerpo descansado en una capa de 4-8mm de aire estático, esto es principalmente el aire fuera de esta capa que mueve y saca el calor del cuerpo. La extensión de estas pérdidas de calor es en función a la diferencia entre la superficie del cuerpo y temperatura ambiental, la velocidad del aire y el área de superficie del cuerpo. Su formula es la siguiente:

$$Q_{\text{Conv}} = (0.233 \cdot T_I + 8.4) \cdot A \cdot \text{Vestido} / 1225.5 \cdot (1 + 1.614 \cdot FL / 35) \quad (\text{W}) \quad (15)$$

El vestido da como resultado una baja área de superficie del cuerpo la cual esta directamente en contacto con el clima de la incubadora.

Pañal si tiene $K_{\text{pañal}} = 0.1$ si no tiene $K_{\text{pañal}} = 0$

Suéter si tiene $K_{\text{sueter}} = 0.3$ si no tiene $K_{\text{sueter}} = 0$

Gorro si tiene $K_{\text{gorro}} = 0.15$ si no tiene $K_{\text{gorro}} = 0$

Vestimenta = $1 - (K_{\text{pañal}} + K_{\text{sueter}} + K_{\text{gorro}})$.

EVAPORACION

Las pérdidas de calor en recién nacidos son principalmente causadas por pérdidas de agua transepidérmicas. Cada pérdida insensible de agua (no-visible) puede ser expresada como un transporte de agua a través de la piel, causada por la diferencia en la concentración de agua, entre la temperatura corporal y ambiental. La cantidad de agua transportada a través de la piel por unidad, es proporcional a la diferencia en concentraciones de agua (El gradiente de concentración).

A sí también la humedad relativa incrementa en el aire circulante del recién nacido y como la piel del niño tiende a engrosarse y ser menos permeables al agua, las pérdidas de agua transepidérmica disminuyen.

Las pérdidas transepidérmicas son también influenciadas por la velocidad de aire la incubadora o el aire atmosférico que rodea al niño prematuro. Una baja velocidad de aire resulta menor pérdida de agua. Un recién nacido de término al momento de nacimiento, cuidado en un ambiente atmosférico con humedad relativa del 50%, podría perder hasta 5 ml/5 ml por evaporación. Un niño prematuro de 26 semanas de gestación cuidado en un ambiente atmosférico con una humedad relativa del 50%, podría perder hasta 60ml (m2/h)

Se puede observar que las pérdidas de agua transepidérmicas, resulta un incremento del área de la superficie del cuerpo la cual esta en contacto directo con el clima de la incubadora. En este caso las pérdidas insensibles incrementan.

Pañal	si tiene	Epañal =0.2	si no tiene	Epañal =0
Suéter	si tiene	Esueter =0.8	si no tiene	Esuete r=0
Gorro	si tiene	Egorro =0.4	si no tiene	Egorro =0.4

CONDUCCION

Este tipo de pérdidas lleva a que siempre el cuerpo este en contacto con el colchón. La disminución de las pérdidas insensibles esta en función al material con que se hicieron. Si la

temperatura del colchón es más baja que la temperatura de la piel del recién nacido prematuro en el área de contacto, el niño pierde calor mediante conducción. Si el colchón tiene una temperatura más alta que la del bebé, entonces el paciente gana calor por conducción. Por lo que se obtiene de la siguiente manera.

$$\text{Corrlevap} = \text{CorrPT} * (\text{Epañal} + \text{Esueter} + \text{Egorro})$$

FOTOTERAPIA

Si se utiliza fototerapia las pérdidas insensibles transepidérmicas incrementan 10%.

Fototerapia si tiene $\text{CorrPT} = 1.1$

si no tiene $\text{CorrPT} = 1.0$

Todos los balances de calor obtenidos, así como las pérdidas insensibles, por conducción evaporación radiación y convección fueron calculada en base a estas fórmulas mediante el programa computado.

RESULTADOS

En el presente estudio se analizaron 16 pacientes recién nacidos pretérmino encontrándose los siguientes datos.

Los días de vida en el momento de registrarlo fueron de 1 día (6 pacientes (0.37)), 3 días (6 pacientes (0.37)), 4 días (2 pacientes (.12)), 5 días (2 pacientes (0.12)). Obteniendo el siguiente resultado en días:

Días de Vida

Total de pacientes	16
Media	2.63
Derivación estándar	1.45
Error estándar	0.36
Minima	1
Máxima	5

Edad Gestacional se distribuyó de la siguiente manera 28 semanas (3/16 (.18)), 31 semanas (1/16 (0.062)) 33 semanas (3/16 (.18)), 34 semanas (4 /16 (0.25)), 35 semanas (2/16 (.12)), 36 semanas (3/16 (.18)). De estos pacientes 8/16 fueron con peso adecuado a edad gestacional (0.5) y 8/16 fueron con peso bajo para edad gestacional (.5)

Edad Gestacional (semanas)

TOTAL DE PACIENTES	16
Media	33.0
Desviación estándar	2.8
Error estándar	0.7
Mediana	34
Mínima	28
Máxima	36

El promedio del peso al momento del estudio se encontró lo siguiente:

Peso al nacer (gr)

TOTAL DE PACIENTES	16
Media	1.370
Desviación estándar	0.18
Error estándar	0.04
Mediana	1.470
Mínima	1.020
Máxima	1.500

Las patologías encontradas en los pacientes registrados fueron prematuridad 16/16. Síndrome de dificultad respiratoria secundaria a déficit de surfactante 13/16 Neumonía intrauterina

3/16. Potencialmente infectado. Desnutrido in útero (3/16). Asfixia perinatal (14/16). Hemorragia intraventricular Grado IV 4/16, Trauma obstétrico (2/16).

Dentro de las complicaciones se detecto lo siguiente: Hipotermia (.37); acidosis metabólica (.25); Hemorragia intraventricular (.25) Deshidratación (0.062); Hiperglucemia (0.125); Anemia (.187)

A continuación se muestran las tablas y gráficas del balance de calor, junto con las pérdidas insensibles por radiación, convección, evaporación. Primeramente se mencionaran los datos obtenidos en el manejo de la temperatura de la incubadora por el personal de salud, posteriormente realizados los cálculos se muestra el balance de calor y pérdidas insensibles obtenidos con la temperatura y humedad ideal para cada uno de los pacientes.

En cuanto a la producción de calor se realizaron una medición en cada turno siempre a la misma hora (matutino, vespertino y nocturno) en donde se puede observar en la tabla y gráfica 1 y 2 que no hay diferencia con un mismo paciente tanto el producido con calor y humedad que se maneja de manera rutinaria a la calculada mediante el sistema de computo. Sobre la base del análisis de varianza empleando el programa estadístico de Bonferoni t-test se obtuvo lo siguiente:

TURNO	MEDIANA	DERIVACION ESTANDAR	ERROR ESTANDAR
MR	3.23	0.98	0.24
VR	3.27	1	0.25
NR	3.27	1	0.25
MO	3.27	1	0.25
VO	3.27	1	0.25
NO	3.27	1	0.25

* MR:matutino real, VR:vespertino real, NR: nocturno real, MO: matutino óptimo, VO: vespertino óptimo, NO: nocturno óptimo.

VARIANZA 0.99

F = 0.00

P = 1

COMPARACION	MEDIAS	T	P<0.05
Turno matutino (valores real/optimo)	3.27 3.23	0.04	No significativa
Turno vespertino (valor real/optimo)	-3.27 3.27	0.00	No significativa
Turno nocturno (valor real/optimo)	-3.27 3.27	0.00	No significativa

Las pérdidas insensibles obtenidas por convección se muestran en la tabla y gráfica

3y4 obteniéndose los siguientes datos con el método estadístico, ya comentado.

TURNO	MEDIANA	DESVIACION ESTANDAR	ERROR ESTANDAR
MR	0.61	0.48	0.12
VR	0.77	0.45	0.11
NR	0.77	0.45	0.11
MO	-0.52	0.31	0.08
VO	-0.56	0.20	0.05
NO	-0.56	0.19	0.05

* MR:matutino real, VR:vespertino real, NR: nocturno real, MO: matutino óptimo, VO:

vespertino óptimo,

VARIANZA 7.72

F= 58.16

P=0.000

COMPARACION	MEDIA	T	P<0.05
Turno matutino (obtenido vs optimo)	-0.52 1.12	8.707	Significativa
Turno vespertino (obtenido vs optimo)	-0.56 1.33	10.352	Significativa
Turno nocturno (obtenido vs optimo)	-0.56 1.33	10.352	Significativa

Las pérdidas insensibles por radiación se obtuvieron lo siguiente (ver gráfica y tablas 5y6):

TURNO	MEDIANA	DESVIACION ESTANDAR	ERROR ESTANDAR
MR	-2.26	0.67	0.17
VR	-2.22	0.65	0.16
NR	-2.23	0.65	0.16
MO	-1.81	1.26	0.31
VO	-2.25	1.23	0.31
NO	-1.75	1.29	0.32

* MR:matutino real, VR:vespertino real, NR: nocturno real, MO: matutino óptimo, VO:

vespertino óptimo,

VARIANZA 0.70

P = 0.005 F = 0.68

COMPARACION	MEDIA	T=1.390	P<0.05
Matutino (obtenido vs optimo)-1.90 2.25		4.35	Significativo
Vespertino (obtenido vs optimo)-2.22 -2.25		2.03	Significativo
Nocturno (obtenido vs optimo)-1.79 -2.23		3.44	Significativo

Con respecto a las pérdidas insensibles por evaporación se registraron los datos en la gráfica 7 y 8, obteniéndose lo siguiente con el método estadístico.

TURNO	MEDIANA	DESVIACION ESTANDAR	ERROR ESTANDAR
MR	-0.89	0.56	0.14
VR	-0.92	0.62	0.15
NR	-0.91	0.60	0.15
MO	-0.57	0.19	0.15
VO	-0.56	0.20	0.05
NO	-0.56	0.19	0.05

* MR:matutino real, VR:vespertino real, NR: nocturno real, MO: matutino óptimo, VO:

vespertino óptimo,

VARIANZA 0.56

F = 2.89 P = 0.018

COMPARACION	MEDIA	T =2.315	P<0.05
Matutino (obtenido/optimo)	-0.57 -0.89	0.32	No significativo
Vespertino (obtenido/optimo)	-0.56 -0.92	0.36	No significativo
Nocturno (obtenido/optimo)	-0.56 0.91	0.34	No significativo

Las pérdidas insensibles obtenidas por fototerapia se muestran en la tabla y gráfica 9 y 10 obteniendo los siguientes datos del método estadístico empleado

TURNO	MEDIANA	DESVIACION ESTANDAR	ERROR ESTANDAR
MR	-0.70	0.64	0.16
VR	-0.90	0.84	0.21
NR	-0.67	0.72	0.18
MO	-0.94	0.41	0.19
VO	-1.04	0.35	0.09
NO	-1.02	0.34	0.08

* MR:matutino real, VR:vespertino real, NR: nocturno real, MO: matutino óptimo, VO:

vespertino óptimo

VARIANZA 0.41

F = 1.19 P = 0.320

COMPARACION	MEDIA	T =	P < 0.05
Matutino (obtenido/optimo)	-0.70 -0.94	0.24	Significativo
Vespertino (obtenido/optimo)	-0.90-1.04	0.14	Significativo
Nocturno (obtenido/optimo)	-0.67-1.02	0.35	Significativo

Las pérdidas insensibles obtenidas por fototerapia se muestran en la tabla y gráfica 9 y 10
obteniendo los siguientes datos del método estadístico empleado

TURNO	MEDIANA	DESVIACION ESTANDAR	ERROR ESTANDAR
MR	-0.70	0.64	0.16
VR	-0.90	0.84	0.21
NR	-0.67	0.72	0.18
MO	-0.94	0.41	0.19
VO	-1.04	0.35	0.09
NO	-1.02	0.34	0.08

* MR:matutino real, VR:vespertino real, NR: nocturno real, MO: matutino óptimo, VO:
vespertino óptimo

VARIANZA 0.41

F = 1.19 P = 0.320

COMPARACION	MEDIA	T =	P < 0.05
Matutino (obtenido/optimo)	-0.70 -0.94	0.24	Significativo
Vespertino (obtenido/optimo)	-0.90-1.04	0.14	Significativo
Nocturno (obtenido/optimo)	-0.67-1.02	0.35	Significativo

El balance de calor obtenido se muestra en la tabla 11 y 12 obteniendo los siguientes resultados;

TURNO	MEDIANA	DESVIACION ESTANDAR	ERROR ESTANDAR
MR	0.45	2.04	0.51
VR	-0.17	1.60	0.40
NR	0.49	1.63	0.41
MO	0	1.01	0
VO	0	0	0
NO	0	0	0

* MR:matutino real, VR:vespertino real, NR: nocturno real, MO: matutino óptimo, VO:

vespertino óptimo

VARIANZA 1.08

F = 0.5 P = 0.000

COMPARACION	MEDIA	T =	P < 0.05
Matutino (obtenido/optimo)	0.45 0	0.45	No significativo
Vespertino (obtenido/optimo) -	0 -0.17	0.17	No significativo
Nocturno (obtenido/optimo) -	-0.49 0	0.49	No significativo

TABLA 1

<i>Producción de calor real</i>			
Pacientes	Matutino	Vespertino	Nocturno
1	4.42	4.42	4.42
2	4.12	4.12	4.12
3	2.97	2.97	2.97
4	2.94	2.94	2.94
5	4.53	4.53	4.53
6	4.62	4.62	4.62
7	1.99	1.99	1.99
8	2.88	2.88	2.88
9	3.33	3.33	3.33
10	2.2	2.2	2.2
11	3.05	3.05	3.05
12	1.78	1.78	1.78
13	4.91	4.91	4.91
14	3.59	3.59	3.59
15	2.35	2.35	2.35
16	2.67	2.67	2.67

TABLA 2

<i>Producción de calor óptimo</i>			
Pacientes	Matutino	Vespertino	Nocturno
1	4.42	4.42	4.42
2	4.12	4.12	4.12
3	2.97	2.97	2.97
4	2.94	2.94	2.94
5	4.53	4.53	4.53
6	4.62	4.62	4.62
7	1.99	1.99	1.99
8	2.88	2.88	2.88
9	3.33	3.33	3.33
10	2.2	2.2	2.2
11	3.05	3.05	3.05
12	1.78	1.78	1.78
13	4.91	4.91	4.91
14	3.59	3.59	3.59
15	2.35	2.35	2.35
16	2.63	2.67	2.67

TABLA 3

<i>Convección real</i>			
Pacientes	Matutino	Vespertino	Nocturno
1	-1.19	-1.32	-0.92
2	-0.13	-3.04	-1.57
3	-0.82	-0.83	-0.18
4	-0.53	-0.82	-1.3
5	-2.06	-1.95	-1.73
6	-1.33	-1.28	-1.28
7	0	0	0.24
8	-0.23	-0.26	-0.26
9	-1.2	-0.89	-1.57
10	-0.83	-1.1	-0.83
11	-0.78	-0.15	-0.11
12	0.06	0.38	0.45
13	-1.1	-0.83	-1.1
14	-1.11	-1.4	0.38
15	0.41	0	-0.3
16	-0.33	-0.95	-0.64

TABLA 4

<i>Convección Óptima</i>			
Pacientes	Matutino	Vespertino	Nocturno
1	-0.69	-1.59	-1.59
2	-1.57	-1.61	-1.57
3	-1.15	-1.12	-1.12
4	-1.11	-1.11	-1.14
5	-1.69	-1	-1
6	-0.93	-1.02	-1.02
7	-0.31	-0.83	-0.83
8	-0.54	-0.4	-0.4
9	-0.39	-1.43	-1.13
10	-0.75	-0.75	-0.75
11	-0.81	-0.81	-0.81
12	-0.52	-0.52	-0.52
13	-1.35	-1.32	-1.26
14	-1.4	-1.32	-1.4
15	-0.87	-0.87	-0.81
16	-0.99	-0.92	-0.99

TABLA 5

<i>Radiación real</i>			
Pacientes	Matutino	Vespertino	Nocturno
1	-3.27	-2.47	-1.69
2	-0.46	-4.83	-2.71
3	-1.1	-1.45	-0.49
4	-1.01	-1.43	-2.03
5	-3.57	-4.02	-3.7
6	-3.6	-3.36	-3.36
7	-0.82	-2.22	0.18
8	-1.13	-1.45	-1.13
9	-3.69	-2.33	-3.49
10	-1.97	-2.34	-1.97
11	-2.79	-2	-1.65
12	0	0.39	0.38
13	-2.73	-2.46	-3.03
14	-2.34	-2.9	-0.21
15	-0.17	-0.81	-1.35
16	-1.38	-2.39	-1.82

TABLA 6

<i>Radiación Optima</i>			
Pacientes	Matutino	Vespertino	Nocturno
1	-2.35	-2.68	-2.68
2	-2.63	-2.55	-2.63
3	-1.81	-1.88	-1.88
4	-1.87	-1.87	-1.87
5	-2.97	-2.61	-2.61
6	-2.87	-2.83	-2.83
7	-1.22	-1.4	-1.4
8	-1.47	-1.53	-1.53
9	-2.53	-2.82	-2.82
10	-1.71	-1.71	-1.71
11	-2.84	-2.84	-2.84
12	-0.81	-0.81	-0.9
13	-3.11	-3.16	-3.27
14	-2.62	-2.7	-2.62
15	-1.92	-1.92	-1.95
16	-2.16	-2.19	-2.16

TABLA 7

<i>Evaporación real</i>			
Pacientes	Matutino	Vespertino	Nocturno
1	-1.43	-1.57	-0.86
2	-0.41	-0.62	-0.64
3	-0.58	-0.59	-0.57
4	-0.56	-0.56	-0.56
5	-0.49	-0.45	-0.42
6	-1.32	-1.29	-1.27
7	-0.54	-0.57	-0.57
8	-0.85	-0.86	-0.85
9	-0.54	-0.51	-0.55
10	-1.19	-1.1	-1.23
11	-0.33	-0.46	-0.46
12	-2.32	-2.73	-2.73
13	-0.39	-0.46	-0.4
14	-1	-0.61	-1.01
15	-0.6	-0.76	-0.83
16	-1.61	-1.62	-1.61

TABLA 8

<i>Evaporación Óptima</i>			
Pacientes	Matutino	Vespertino	Nocturno
1	-0.81	-0.81	-0.81
2	-0.49	-0.49	-0.49
3	-0.59	-0.57	-0.57
4	-0.56	-0.56	-0.58
5	-0.41	-0.42	-0.42
6	-0.79	-0.81	-0.81
7	-0.45	-0.46	-0.46
8	-0.52	-0.49	-0.49
9	-0.42	-0.42	-0.42
10	-0.56	-0.56	-0.56
11	-0.38	-0.38	-0.38
12	-1.12	-1.12	-1.07
13	-0.43	-0.42	-0.41
14	-0.61	-0.57	-0.61
15	-0.44	-0.44	-0.43
16	-0.5	-0.48	-0.5

TABLA 9

<i>Fototerapia real</i>			
Pacientes	Matutino	Vespertino	Nocturno
1	0	1.34	1.34
2	1.13	1.13	1.13
3	0.97	0.97	0.97
4	0.96	0.96	0.96
5	1.09	0	0
6	0	0	0
7	0	0.68	0.68
8	0.17	-0.2	-0.2
9	0	1.01	1.01
10	0.81	0.81	0.81
11	0.99	0.99	0.99
12	0.7	0.7	0.7
13	0	0	0
14	1.08	1.08	1.08
15	0.85	0.85	0.85
16	0.94	0.94	0.94

TABLA 10

<i>Fototerapia Optima</i>			
Pacientes	Matutino	Vespertino	Nocturno
1	0	1.34	1.34
2	1.13	1.13	1.13
3	0.97	0.97	0.97
4	0.96	0.96	0.96
5	1.09	0	0
6	0	0	0
7	0	0.68	0.68
8	0	0	0
9	0	1.01	1.01
10	0.81	0.81	0.81
11	0.99	0.99	0.99
12	0.7	0.7	0.7
13	0	0	0
14	1.08	1.08	1.08
15	0.85	0.85	0.85
16	0.94	0.94	0.94

TABLA 11

<i>Balance de Calor real</i>			
Pacientes	Matutino	Vespertino	Nocturno
1	-2.36	-0.58	1.69
2	3.85	-3.96	-0.33
3	4.98	0.7	2.38
4	1.45	0.71	-0.41
5	-1.14	-2.43	-1.89
6	-1.61	-1.32	-1.3
7	0.61	1.88	2.65
8	0.17	-0.2	0.2
9	-2.1	0.4	-1.27
10	-0.98	-1.52	-1.02
11	0.11	1.44	2.04
12	0.17	0.52	0.58
13	0.7	1.16	0.38
14	0.23	0.23	3.83
15	2.85	1.62	0.72
16	0.29	-1.35	-0.47

TABLA 12

<i>Balance de Calor optimo</i>			
Pacientes	Matutino	Vespertino	Nocturno
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	-0.05	0
9	0	0	0
10	0	0	0
11	0	0	0
12	0	0	0
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0
16	0	0	0

GRAFICO 1

PRODUCCIÓN DE CALOR

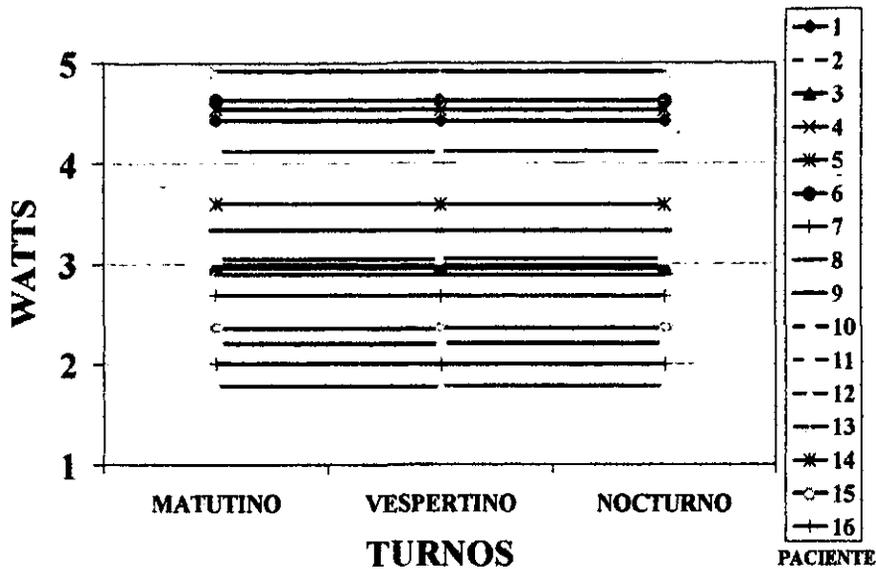


GRAFICO 2

PRODUCCIÓN DE CALOR ÓPTIMO

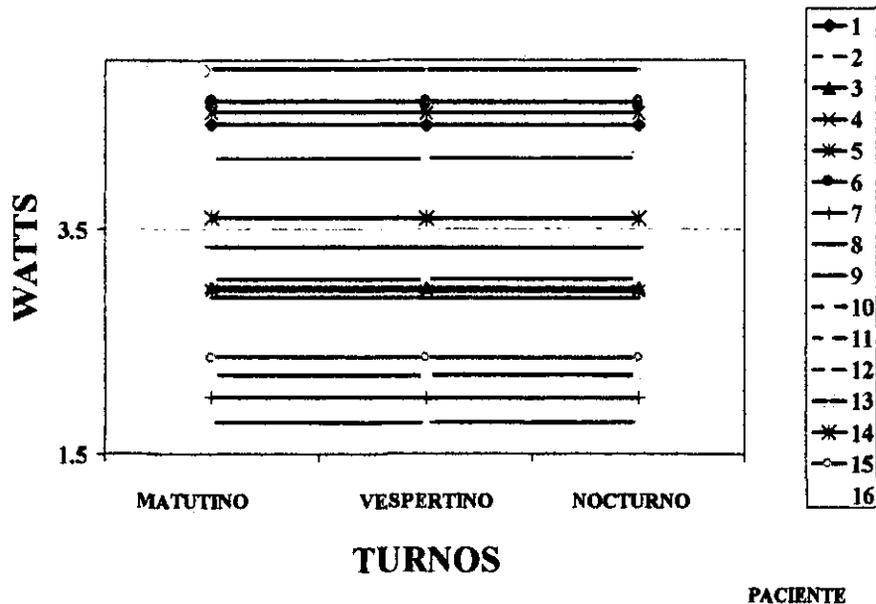


GRAFICO 3

CONVECCIÓN

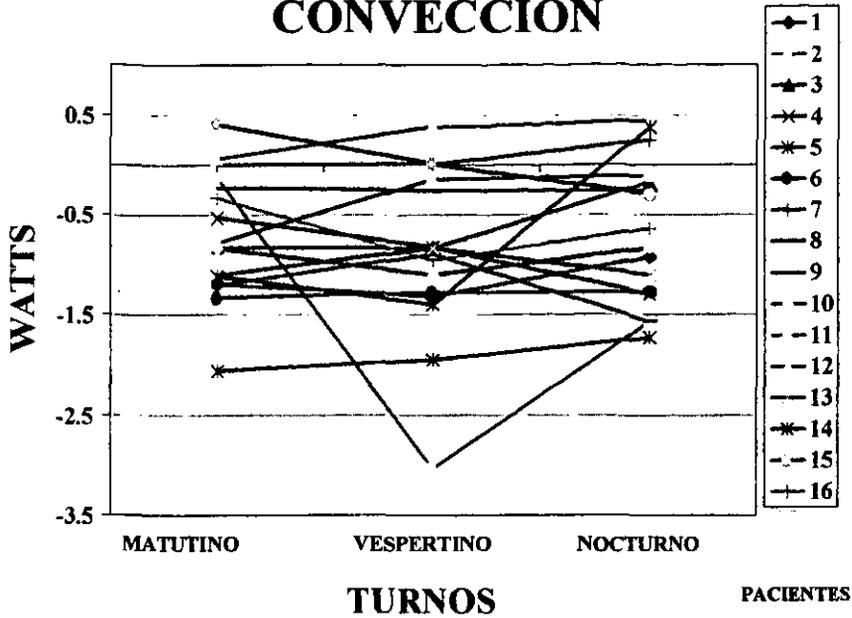


GRAFICO 4

CONVECCIÓN ÓPTIMA

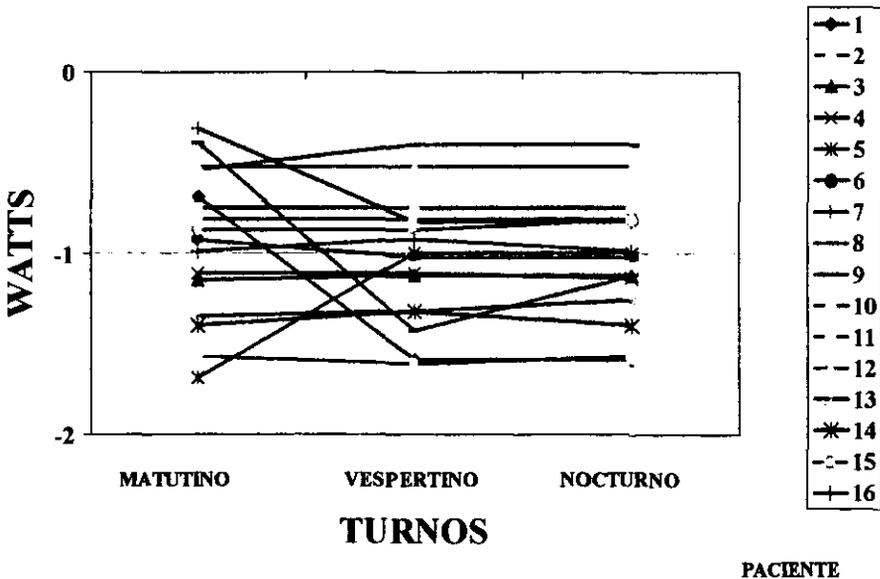


GRAFICO 5

RADIACIÓN

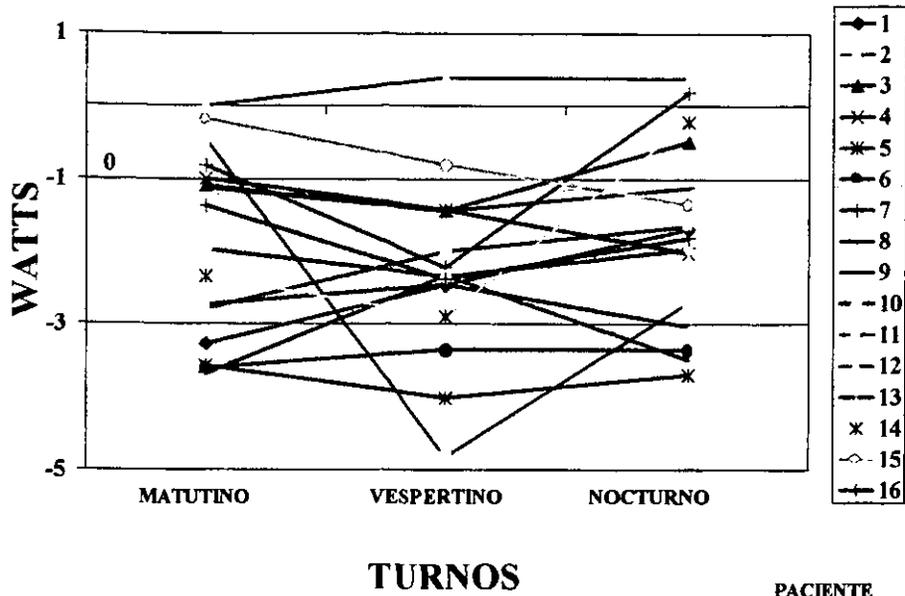


GRAFICO 6

RADIACIÓN ÓPTIMA

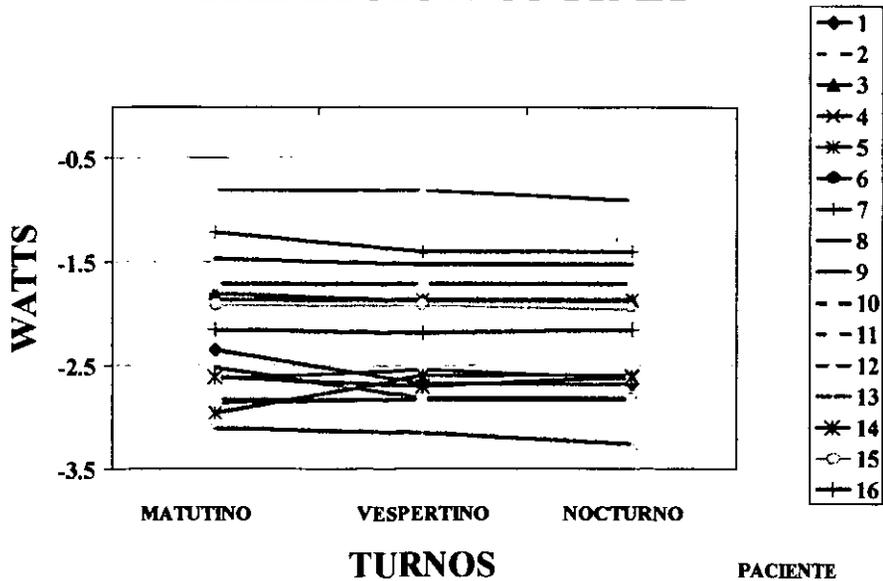


GRAFICO 7

EVAPORACIÓN

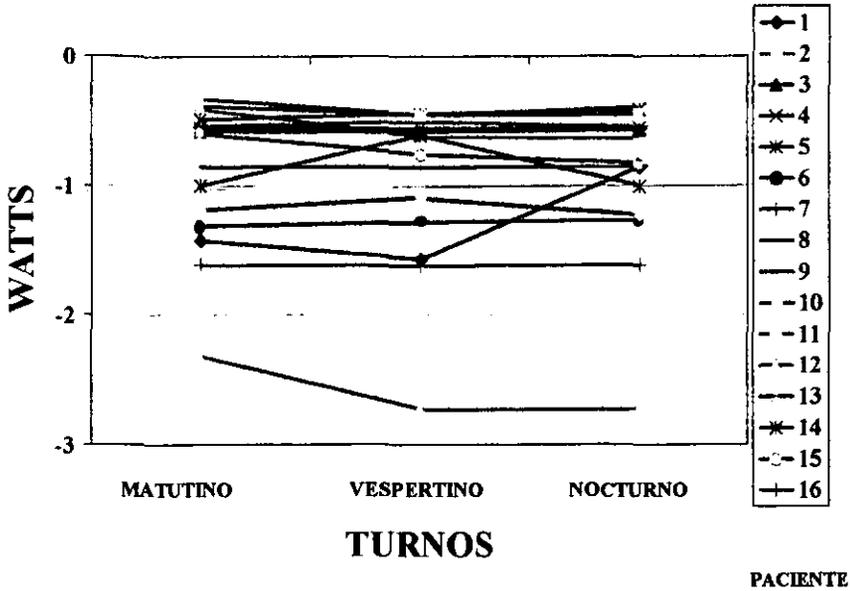


GRAFICO 8

EVAPORACIÓN ÓPTIMA

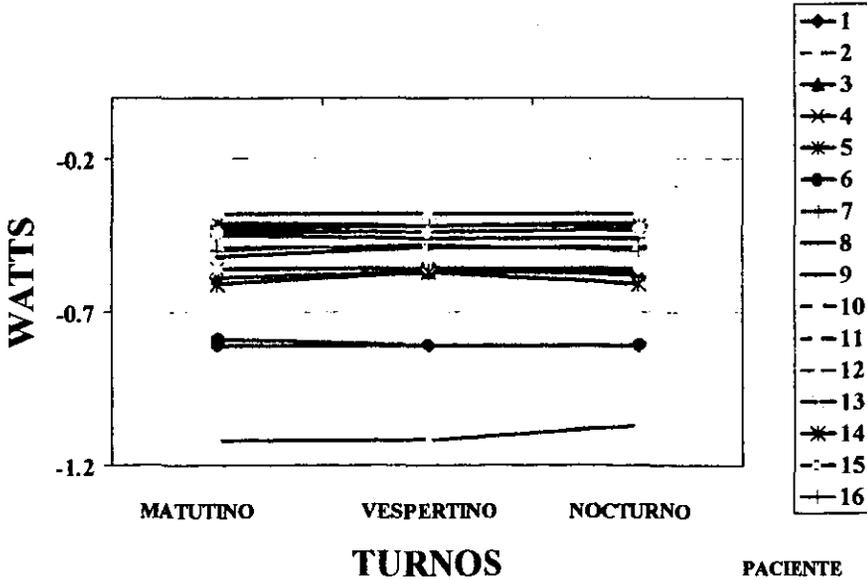


GRAFICO 9

FOTOTERAPIA

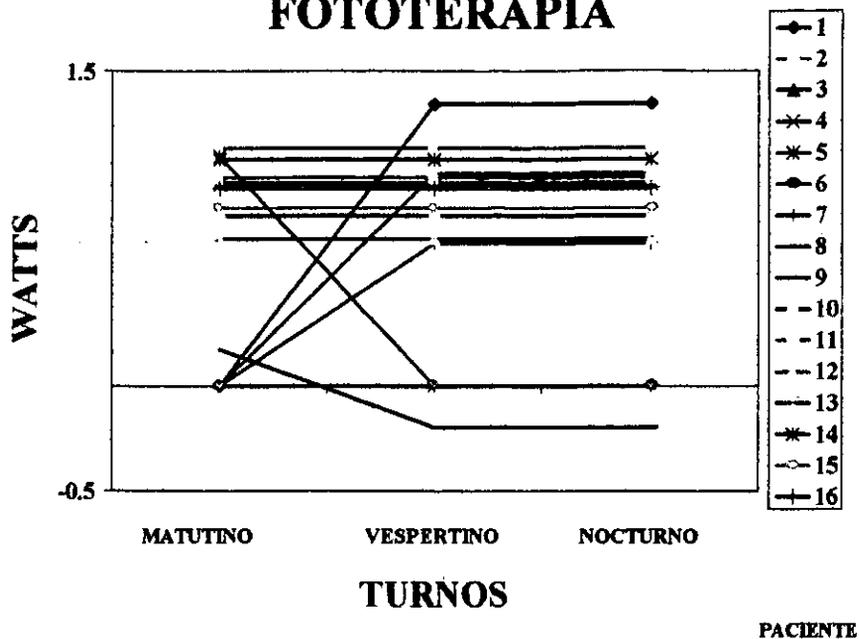


GRAFICO 10

FOTOTERAPIA ÓPTIMA

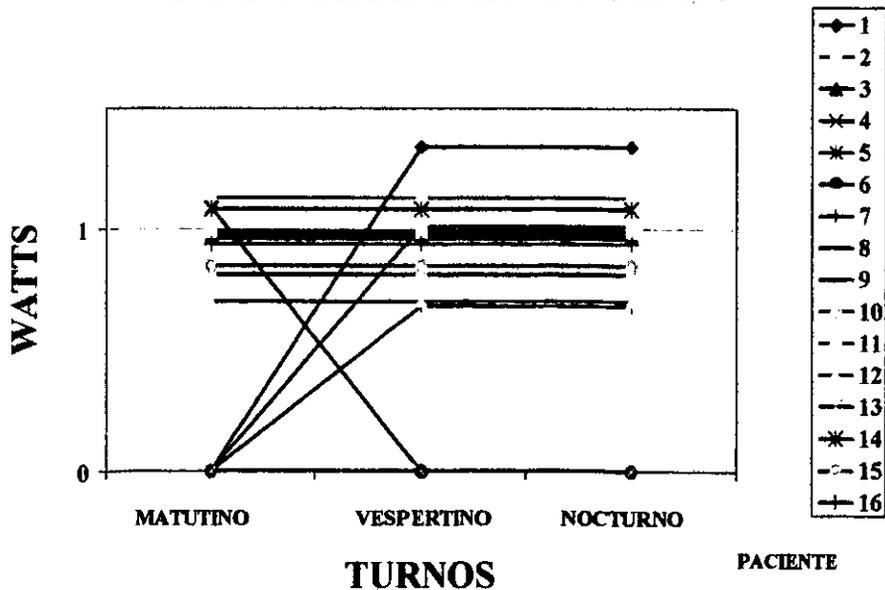


GRAFICO 11

BALANCE DE CALOR

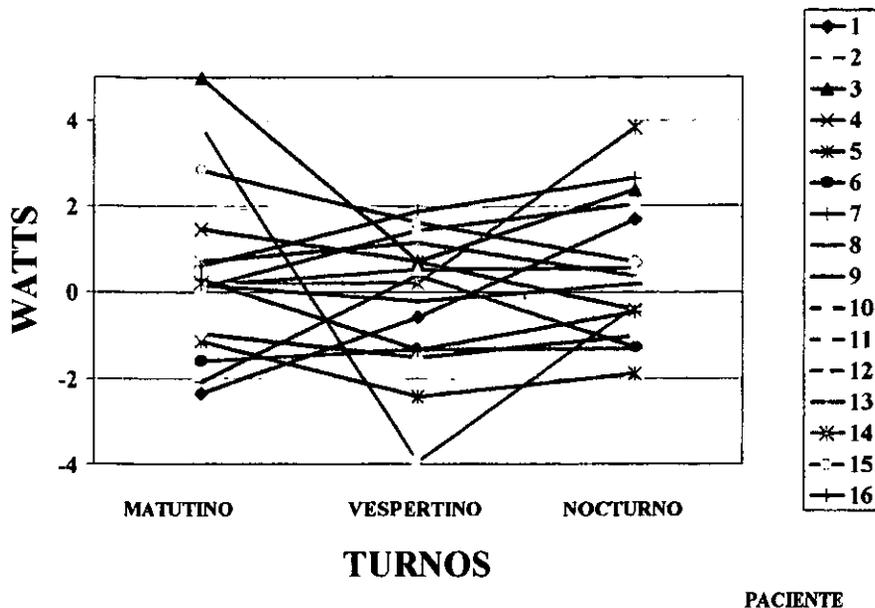
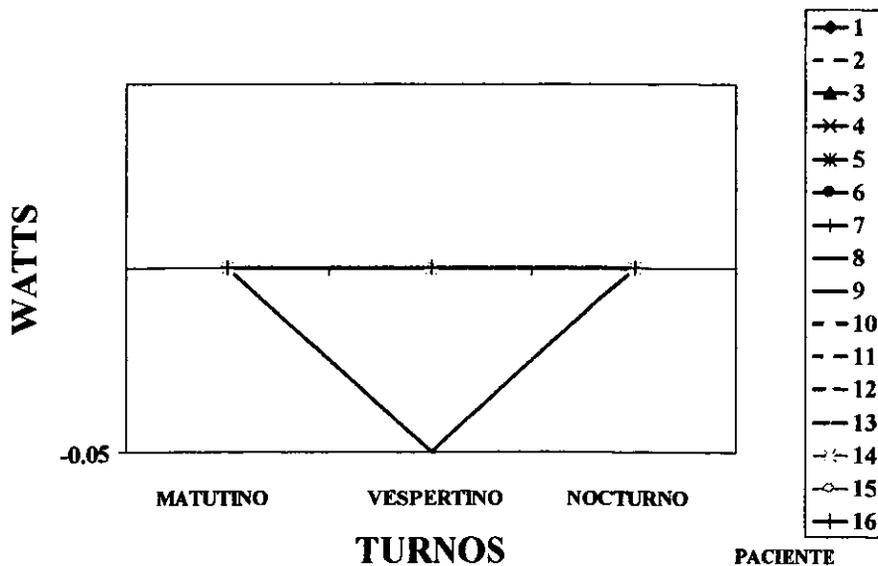


GRAFICO 12

BALANCE DE CALOR ÓPTIMO



THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHYSICS DEPARTMENT

PHYSICS 309

1964

PHYSICS 309

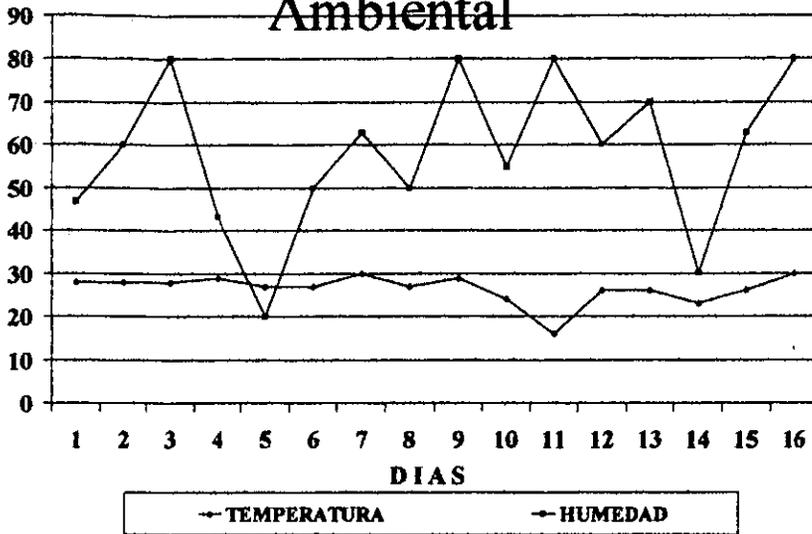
PHYSICS DEPARTMENT

PHYSICS 309

1964

GRAFICO 13

Temperatura y Humedad Ambiental



DISCUSION Y ANALISIS

La prematuridad y el peso muy bajo al nacer son un factor importante para predisponer a pérdidas excesivas de calor, porque tienen una gran área de superficie en relación a la masa corporal, presentando además tejido graso subcutáneo delgado y una reducida efectividad para prevenir las pérdidas de calor por convección a través de la superficie de la piel, producidas por el metabolismo propio del neonato. Así mismo el recién nacido pretérmino cuenta con un sistema de termorregulación inmaduro, de ahí que la termorregulación sea encaminada a disminuir las pérdidas de calor, evitando cambios de temperatura y manteniendo a los prematuros en un ambiente propicio para ellos, en este caso un buen manejo de la temperatura y humedad de las incubadoras nos puede proporcionar este ambiente. En esta muestra se obtuvo uniformidad en las características de la población ya que la edad de vida fue 2.63 ± 1.45 y la edad gestacional 33 ± 2.8 .

Entre las complicaciones observadas en este trabajo se encontrarán que la tercera parte de la muestra tenían sintomatología clínica compatible con alteraciones en el control de la temperatura. Entre ellas se encuentra que fue frecuente la hipotermia hasta en una tercera parte de los pacientes, lo cual se debe a que hay tendencia a manejar solo la temperatura de la incubadora, olvidándose de que la humedad es un elemento muy importante para disminuir las pérdidas insensibles por el mecanismo de evaporación sobre todo en la primera semana de vida, en el cual se recomienda utilizar hasta un 40-60% de humedad. Por lo que se menciona en la literatura que ocurre una gran pérdida

de calor por evaporación, puesto que se hay un aumento de pérdida de agua a través de la piel. por cada ml de agua evaporada la piel consume 0.65W (560cal) energía.

La hipoglucemia es un hallazgo frecuentes en un niño que presenta hipotermia. Se explica por el mayor consumo energético que agota los mecanismos de la homeostasis de la glucosa, y por la vasoconstricción cutánea y la acidosis metabólica, que ocasionan hipoxia de los territorios hipoperfundidos. Y 2/16, se pudo observar que en este estudio se encontró que la acidosis metabólica es la segunda complicación presentada, afectando a un cuarto de la población total (4/16). La hipoglucemia se presentó en 2/16.

También se encontraron otras complicaciones entre ellas hemorragia intraventricular, hipoglicemia, deshidratación y anemia en una decima parte de los pacientes de los cuales pueden ser directamente ocasionados por el control inadecuado de la temperatura, además se ha visto que se asocian y pueden incrementar la incidencia de este tipo de alteraciones o que pueden agravar el cuadro e incrementar la morbimortalidad neonatal en recién nacidos prematuros, de ahí la importancia de la termorregulación.

En este estudio se pudo observar al igual que en investigaciones previas, que existe una aparente relación entre temperatura del paciente, temperatura ambiental y morbilidad. Es un hecho comprobado que prematuros, cuidados a temperaturas por debajo del rango neutral, aumentan su mortalidad, como lo demuestran los clásicos estudios en

secuencia de Silverman en el año 1958, y otros investigadores (Bueton y Klein). Igual resultado obtuvo Peristein estudiando, por medio de un sistema computarizado, las fluctuaciones de la temperatura de la incubadora, en niños bajo cuidados intensivos. En el año 1976 (1)

Como se ha mencionado la mayor parte de calor del organismo lo producen los órganos de mayor efectividad metabólica en el interior del cuerpo. Este calor se disipa hacia la piel por convección a través del torrente circulatorio y después, desde la piel hacia el medio, por radiación conducción, convección y evaporación.

En la unidad de cuidados intensivos neonatales el manejo de la temperatura se realiza por el personal de enfermería, quienes se basan en la temperatura del recién nacido, para el manejo de la incubadora, con el fin de mantener una temperatura adecuada, por lo que se pudo observar en base a los resultados que el balance de calor esta determinado para cada paciente de acuerdo a su edad gestacional, días de vida y peso al momento del estudio, ya que entre más pequeño o con menor edad gestacional, producen menor cantidad de calor, lo cual se ve reflejado en el balance de calor, el cual esta directamente relacionada con los factores anteriormente mencionados y como se pudo observar en los resultados obtenidos que no hay variaciones debido a que las características de los pacientes no se modifican, Corroborándose mediante el sistema de computo.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

CONCLUSIONES

Al termino del estudio se concluyo lo siguiente:

1. Existe diferencia significativa entre el balance de calor manejado por el personal de salud sin un método específico y el manejado mediante un sistema de computo que se basa en las características específicas del paciente, sobre todo en recién nacido pretérmino.
2. La mayor perdida de calor se desprende de los mecanismos de radiación y convección
3. Existe una aparente correlación clínica entre el balance de calor y las alteraciones secundarias a un inadecuado manejo de la temperatura, hasta en un 33%.
4. La temperatura y humedad ambiental influyen directamente sobre el balance de calor del recién nacido prematuro, incrementando las perdidas insensibles.
5. Al disminuir las perdidas insensibles hay un balance neutro, con el cual posiblemente se puede reducir la morbilidad asociada y probablemente aumentar la sobrevivencia del paciente.
6. Este estudio es la pauta para realizar una segunda fase de aplicación, en la cual se maneje la temperatura y humedad ideal en una incubadora de doble pared, para disminuir las complicaciones secundarias al manejo de la temperatura en el recién nacido prematuro en fase critica.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Step Guide. Thermal monitoring of patients in NICU. Dräger.
- 2) Bolton DP; Nelson-EA; Taylor- B.J.; Whetherera IL. "Thermal balance in infants". *J.-Appl-Physiol.* 1996 Jun; 80(6): 2234-42.
- 3) Hammarlud G. Sedin and Sech G. "Transepidermal water loss in newborn Infants". *Acta Paediatr Scand.* 1983. 72: 721-27.
- 4) Dollberg Shaul; Yurui XI, and Donnelly Michel M. "A noninvasive Transcutaneous alternative to rectal thermometry for continuous measurement of core temperature in the piglet". *Pediatrics Research* 1993; 34(4): 512-17.
- 5) Karlsson H.; Hanel S-E; Olegard Nilsson and R. "Measurement of skin temperature and heat flow from skin in term newborn babies". *Acta Paediatr* 1995; 84: 605-12.
- 6) Hey EN and Katz "The optimum thermal environment for naked babies". *Arch Dis Chi*, 1970; 45: 328-333.
- 7) Dragovich G.T; Alisjahbana; Kambaremi. "Thermal control of the newborn: Knowledge and practice of health professionals in seven countries". *Acta Paediatr.* 1997; 86: 645-50.
- 8) Hammarlund and G Sedin "Transepidermal water loss in newborn Infants": *Acta Paediatr Scand* 1979: 68: 795-801.
- 9) Bach-V; Telliez-F; Krim-G; Libert-JP "Body temperature regulation in the newborn infant: interaction with sleep and clinical implications" *Neurophysiol-Clin.* 1996; 26(6): 379-402.
- 10) Ousey-JC. "Thermoregulation and the energy requirement of the newborn foal, with reference to prematurity". *Equine-Vet-J-Suppl.* 1997 Jun (24): 104- 8.
- 11) Sawazen KO-A; Fleming-PJ "Thermal stress, sleeping position, and the sudden infant death syndrome". *Sleep* 1996 Dec; 19(10): 267-70.
- 12) Bach-V; Telliez-F; Krim-G; Libert-JP. "Body temperature regulation in the newborn infant: Interaction with sleep and clinical implications". *Neurophysiol-Cil.* 1996; 26(6): 379-402.
- 13) Yeh TF.; Voora LD; Matwynsbyn, RS "Oxygen consumption and insensible water loss in premature infants in single-versus double walled incubators". *The J.of Pediatrics* 97(6): 967-71.

- 14) Karlsson H., SE and Hanel Nilsson." Evaluation of methods for measurement of regional skin temperature and heat flow in neonatos". *Acta Paediatr Scand* 1979; 68: 795-801.
- 15) Bach Veronique, PD; Bouferrache Belkacen; Kremp Odile; et al. Regulation of sleep and body temperature in response to exposure to cool and warm enviroments in neonates". *Pediatrics*, 1995; 93(5): 789-96.
- 16) Wigfield Ruth; Fleming Peter J.; Yehu E.Z. "How much wrapping do babies need at night" *Arch-Dis-Child*. 1993 Aug; 69(2):181-6
- 17) J. Messaritakis; D Angnostakis; H. Laskari; C. Katerelos "Rectal- skin temperature difference in septicaemic newborn infants". *J. Pediatrics* 1980. 23(5): 15-18.
- 18) Kinmonth AL "Review of the epidemiology of sudden infant death syndrome and its relations ship to temperature regulation" *Br-J-Gen_pract*.1990 Apr; 40(333): 161-3.
- 19) Doninan-N "Newborn temperature control" *Neonatal- New*. 1987 Jun; 5(6)19-23.
- 20) De-Leiris-C; Limare T; Dobouis M:"Thermal regulation of the premature Infants". *Gynecol-Obstet*. 1985 Feb; 45: 3-8.
- 21) Brück K; Warmehaushatt. "Temperature regulation in the newborn Infants". *Biol Neonate* 1981; 3:65.
- 22) Ch. Vogtmann; A. Mockel, E. Tilling "Warming therapy in a heated cotusing a heated Gel-Mattress" *Neonat Intens Care*. 1996 July; 7: 15-19
- 23) A. Okken; C. Blijham; W Franz; E. Bohn "Effects of forced convection of heated ain on insensible water loss and heat loss in preterm infants in incubators". *Pediatrics* 1982; 101(1): 108-12.
- 24) William H. Topper MD; and Thomas P. Stewart pH D" Thermal support for the very-low-birth-weight infants: Role of supplemental conductive heat". *J. Pediatr* 1984 Nov; 105(5): 810-13.
- 25) Sjörs G, Hammarlud K and Sedin G. "Thermal balance in term and preterm newborn infants nursed in an incubator equipped with a radiant heat source" *Acta Paediatr* 1997; 86: 403-9.
- 26) Frankenberger, H., Güthe, A., *Inkubatoren Verlag TÜV Rheinland* (1991)
- 27) Body, E.: *The groth in surface area of the human body* Univerity of Minnesota Press (1935)
- 28) Drägerwerk Lübeck: *Laboratory-Measurements on Incubator 8000 IC / SC* (1992)

29) Brück, E.: Wärmehaushalt und Temperaturregelung, in: Physiologie des Menschen, Schmidt, R.F. Thews, G (Hrsg, 21 Auflage, S 583 ff., Berlin, Heidelberg, New York (1983)

30) Brück, K.: Temperature regulation in the newborn infant in Biol. Neonat. 3, 65, (1961

