



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE MEDICINA
HOSPITAL GENERAL DE CHOLULA

“Comportamiento del flujo sanguíneo cerebral en los pacientes pediátricos quemados durante la fase ebb ingresados en una Unidad de Quemados durante el periodo comprendido diciembre 2018 a diciembre 2019.”

TESIS DE POSGRADO
Presenta para obtener el título de
ESPECIALISTA EN PEDIATRIA

PRESENTA:

Dra. Alicia Aída Silva Zárate.

ASESOR EXPERTO:

Dra. Yaneth Martínez Tovilla.

ASESOR METODOLÓGICO:

Dr. Manuel Gil Vargas.



H. PUEBLA DE Z. 05 OCTUBRE 2020

Índice

1.- Resumen.....	2
2.- Introducción.....	4
3.- Planteamiento del problema	13
4.- Justificación.....	13
5.- Hipótesis de trabajo.....	13
6.- Objetivos	14
7.- Material y métodos	14
8.- Logística.....	21
9.-Bioética.....	23
10.- Resultados	24
11.- Discusión.....	33
12.- Conclusiones.....	34
13.-Anexos	35
14.- Bibliografía	37

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB

1.- Resumen

Introducción: Durante la primera fase de la quemadura ebb, ocurre una estimulación múltiple de receptores alfa 1, 2 y beta 1.

Objetivo: Describir el comportamiento del flujo sanguíneo cerebral en la fase ebb de la quemadura en los pacientes pediátricos quemados ingresados en una unidad de quemados durante el periodo comprendido de diciembre 2018 a diciembre 2019.

Material y métodos: Se realizó un estudio transversal de pacientes pediátricos de 0 días a 17 años, con quemadura en la fase ebb a los que se les realizó un protocolo ultrasonográfico de neuromonitorización, n= 63. Se analizaron variables categóricas y numéricas. Para el análisis estadístico se realizaron la prueba exacta de Fisher, U de Mann-Whitney, Kruskal-Wallis y coeficiente de correlación de Spearman.

Resultados: El grupo etario más afectado fue el de escolares (n=25; 39.7%), por género el masculino (n=37; 58.7%). La causa de quemadura más común fue por escaldadura (n=42; 66.7%). El 100% de los pacientes sobrevivieron. Se encontró una asociación estadísticamente significativa entre el grupo etario y la causa de quemadura ($p < 0.001$). El porcentaje de superficie corporal quemada fue mayor en pacientes femeninos 25.27% y en lactantes 25.83%. El índice de pulsatibilidad fue mayor en el género masculino con 0.58 y edad escolar con 0.61, el índice de resistencia fue igual entre géneros con 0.47 y mayor en adolescentes con 0.50, el índice de Lingegaard fue mayor en el género femenino con 1.31 y edad escolar con 1.51. Ninguna de estas diferencias demostró ser estadísticamente significativa ($p \geq 0.259$).

Conclusiones: Se encontró una correlación positiva débil significativa entre el porcentaje de superficie corporal quemada y el índice de resistencia ($p = 0.031$, $\rho = 0.273$).

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB

Introduction: During the first phase of an ebb burn, a multiple stimulation of alpha 1, 2 and beta 1 receptors occurs.

Objective: To describe the behavior of cerebral blood flow in the ebb phase of the burn in pediatric burn patients admitted to a burn unit during the period of December 2018 to December 2019.

Material and methods: A cross-sectional study of pediatric patients from 0 days to 17 years old, with burns in the ebb phase, who underwent an ultrasound protocol of neuromonitoring $n = 63$, was carried out. Categorical and numerical variables were analyzed. For statistical analysis, Fisher's Exact test, Mann-Whitney U, Kruskal-Wallis, and Spearman's correlation coefficient were performed.

Results: The most affected age group was schoolchildren ($n = 25$; 39.7%), by gender the male ($n = 37$; 58.7%). The most common cause of burn was scalding ($n = 42$; 66.7%). 100% of the patients survived. A statistically significant association was found between the age group and the cause of the burn ($p < 0.001$). The percentage of body surface burned was higher in female patients 25.27% and in infants 25.83%. The pulsatility index was higher in the male gender with 0.58 and school age group with 0.61, the resistance index was the same between genders with 0.47 and higher in adolescents with 0.50, the Lingegaard index was higher in the female gender with 1.31 and school age with 1.51. None of these differences proved to be statistically significant ($p \geq 0.259$).

Conclusions: A significant weak positive correlation was found between the percentage of burned body surface and the resistance index ($p = 0.031$, $\rho = 0.273$).

2.- Introducción

2.1 Antecedentes generales

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) las lesiones en los niños constituyen un problema de salud pública cada vez mayor en todo el mundo. Se han convertido en una preocupación importante a partir del primer año de vida y representan una parte cada vez mayor en las tasas generales de mortalidad a medida que los niños se aproximan a la edad adulta. Cientos de miles de niños fallecen cada año a causa de lesiones o violencia, y son millones los que sufren sus secuelas.

Existen medios de probada eficacia para reducir la probabilidad de que se produzcan lesiones y su gravedad. Pese a ello, la conciencia acerca de este problema, de la posibilidad de prevenirlo, así como el compromiso político de actuar para evitar las lesiones en los niños, siguen siendo inaceptablemente bajos.

Según la OMS, la definición de lesión es el daño físico que se produce cuando un cuerpo humano se somete bruscamente a algún tipo de energía en cantidades que exceden el umbral de tolerancia fisiológica, o cuando se ve privado de uno o más elementos vitales, como el oxígeno. La cuestión puede ser mecánica, térmica, química o radiada.

Las lesiones en los niños son un grave problema de salud pública que requiere atención urgente. En todo el mundo las lesiones son una de las principales causas de muerte infantil, y provocan cada año cerca de 950 000 defunciones en niños y jóvenes menores de 18 años. Las lesiones no intencionales representan casi el 90% de estos casos, y son la principal causa de muerte en los niños de 10 a 18 años. (Peden & Oyegbite, 2012)

Aparte de las defunciones, decenas de millones de niños sufren lesiones no mortales que precisan atención hospitalaria, como las quemaduras. Muchos sufren posteriormente algún tipo de discapacidad, a menudo con secuelas de por vida.

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB

La carga de las lesiones en los niños no se reparte uniformemente. Es mayor en los niños de los países más pobres con menores ingresos. (Peden & Oyegbite, 2012)

La OMS reporta dentro de las principales causas de muerte las quemaduras por fuego directo, en el grupo de 1 a 4 años representan el 11° lugar, en el grupo de 5 a 9 años ocupando también el 11° lugar, en el grupo de 10 a 14 años el 12° lugar, en el grupo de 15 a 19 años representan el 7° lugar, en menores de 20 años el 15° lugar. (Peden & Oyegbite, 2012)

Las lesiones no son inevitables; pueden prevenirse o controlarse.

Dado que las lesiones son una de las principales causas de muerte y discapacidad en los niños de todo el mundo, su prevención se relaciona estrechamente con otros problemas relacionados con la salud infantil. Afrontar la cuestión de las lesiones en los niños debe constituir una parte fundamental de todas las iniciativas para reducir la mortalidad y la morbilidad, así como para mejorar el bienestar general de los niños.

Las lesiones no intencionales son una de las principales causas de muerte, hospitalización y discapacidad en todo el mundo. Sin embargo, los tipos de lesiones, sus causas y resultados varían sustancialmente según las poblaciones y los países.

La distribución de defunciones según la OMS como lesiones no intencionales constituyen el 60% de todas las defunciones en los niños debidos a lesiones. De este 60% las quemaduras por fuego representan el 9.1%. En el caso de las muertes debidas a lesiones por fuego o llamas, la tasa en los países de ingresos bajos es cerca de 11 veces mayor que en los países de ingresos altos. (Peden & Oyegbite, 2012)

Las quemaduras son lesiones producidas en los tejidos vivos, debido a la acción de diversos agentes físicos (llamas, líquidos u objetos calientes, radiación, corriente eléctrica, frío), químicos (cáusticos) y biológicos, que provocan alteraciones que van desde un simple eritema transitorio hasta la destrucción total de estructuras. (Minsal, 2016)

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB

El manejo inicial del paciente quemado representa un reto en el manejo de la vía aérea, accesos vasculares, manejo hemodinámico y pulmonar.

Las quemaduras causan destrucción masiva de tejidos, resultando en una activación inflamatoria mediada por citocinas causando efectos locales en el sitio de la quemadura, así como sistémicos.

Los efectos sistémicos ocurren en dos distintas fases: fase de shock o fase “ebb” seguida de una fase hipermetabólica o fase “flow”, descritas por primera vez en 1942 por Cuthbertson.

El edema generalizado causado cuando la quemadura excede 25-30% de superficie corporal quemada es secundario a la pérdida continua de plasma en las primeras 48 horas o más en los sitios de quemadura. Esta pérdida de líquido intravascular hacia el sitio de la quemadura y el edema generalizado, llevan a un rápido estado de choque con mala perfusión de tejidos y órganos, con hemoconcentración secundaria. Siendo el manejo inicial la repleción de líquido intravascular con fluidos para preservar la perfusión tisular y minimizar la isquemia y respuesta inflamatoria.

El choque por quemadura ocurre no únicamente por depleción de líquido intravascular, sino también por aumento de las resistencias vasculares sistémicas con aumento de catecolaminas, hormona antidiurética, y hemoconcentración con una disminución del gasto cardiaco. La disminución del gasto cardiaco ocurre, aunque exista una reducción del volumen plasmático, de 24 a 36 horas posteriores a la quemadura. (Bittner, Shank, Woodson , & Jeevendra, 2015)

El ultrasonido transcraneal (UTC) se empezó a utilizar en el campo de la medicina en el año de 1982 gracias a Aslid et.al como complemento diagnóstico en la medición de los flujos de la velocidad de las arterias cerebrales de manera no invasiva. En la unidad de terapia intensiva sirve como complemento en la medición de la presión intracraneana para la neuromonitorización.

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB

La anatomía de las arterias cerebrales es compleja. La arteria carótida interna en su porción intracraneal y la arteria vertebral se unen en la base del cráneo para formar una red compleja de vasos llamada polígono de Willis, de esta emergen 3 vasos principales: la arteria cerebral posterior, media y anterior. La arteria cerebral media consta de 3 segmentos: el segmento M1 que va desde su origen en el polígono de Willis hasta su primera bifurcación que se divide en dos ramas, la rama anterior M2 y la rama posterior M3. Únicamente los segmentos M1 y M2 son los que pueden observarse mediante el UTC. La circulación interhemisférica se comunica gracias a la arteria comunicante anterior en el circuito anterior, y la comunicante posterior en el circuito posterior.

La técnica para realizar el UTC consiste en la utilización de un transductor de baja frecuencia que nos permite atravesar la pared ósea a través de las 3 ventanas acústicas que se pueden evaluar:

Ventana transorbital; permite evaluar la arteria oftálmica.

Ventana transforaminal; permite evaluar las arterias vertebral y basilar.

Ventana transtemporal; permite evaluar las arterias cerebral media, anterior y posterior.

La técnica para observar el flujo sanguíneo cerebral a través de la ventana transtemporal consiste en colocar el transductor en una angulación entre 5 y 7 ° donde se puede evaluar el flujo de la arteria cerebral media y anterior, ahora bien, también quiere observar el flujo sanguíneo de las arterias vertebrales se coloca el transductor a 0° con respecto al plano horizontal. Una vez que se obtiene la imagen, se procede a activar el Doppler que nos permite observar la onda del espectro de sonido, medir las velocidades de ondas y el cálculo posterior de los valores hemodinámicos.

En la onda Doppler de la arteria cerebral media (ACM) se puede observar la velocidad sistólica (VS), velocidad diastólica (VD) y se puede medir la velocidad media (VM) por fórmula o

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB

por estimación de área de onda. Otros parámetros que se pueden calcular son el índice de resistencia (IR), índice de pulsabilidad (IP), flujo sanguíneo cerebral (FSC) y la presión de perfusión cerebral (PPC).

La fórmula para obtener la VM es a través de la fórmula donde la VM es igual a la suma del doble producto de la VD mas la VS dividido entre 3.

$$VM = \frac{[VS + (VD \times 2)]}{3}$$

Otro de los parámetros que nos permiten estimar la resistencia vascular cerebral (RVC) son el índice de pulsabilidad (IP) de Gosling que se obtiene mediante la resta del VS menos el VD dividido entre la VM.

$$IP = \frac{(VS - VD)}{VM}$$

Los valores normales son entre 0.5-1.1. Los valores menores a 0.5 están asociados a vasodilatación arteriolar. Los valores superiores a 1.1 están asociados a aumento de resistencia. También se correlaciona este aumento con aumento de la PIC, una variación de 2.4% del IP representa un aumento de PIC 1 mmHg en la misma dirección, incluso su PIC se encuentra por encima de 20 mmHg observándose esta misma correlación entre el IP y la PPC.

El otro parámetro que nos permite estimar la RVC es el índice de resistencia (IR) de Pourcelor calculado al dividir la diferencia entre la VS menos la VD a la VS.

$$IR = \frac{(VS - VD)}{VS}$$

Los valores mayores a 0.8 se asocian a aumento de RVC, al igual que el IP, su elevación se asocia a aumento de la PIC y PPC.

Al comparar ambos índices, el IR es menos sensible a las variaciones de PIC.

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB

El tercer parámetro que se puede evaluar mediante el UTC es el índice de Lingegaard (IL), este nos permite diferenciar el flujo hiperdinámico y el vasoespasmo al comparar las VM de la ACM y la porción intracraneana de la arteria carótida interna (ACI)

$$IL = \frac{VMACM}{VMACI}$$

Los valores normales de referencia son 1.1-2.3. El índice tiende a incrementar a medida que aumenta el grado de vasoespasmo. Se puede clasificar el vasoespasmo en tres grados de acuerdo con su valor: 2-3.3 como vasoespasmo posible, 3-6 como vasoespasmo leve a moderado, >6 vasoespasmo severo. También se puede clasificar la gravedad del vasoespasmo con la velocidad media de la arteria cerebral media en cm/s en: vasoespasmo leve 120-149 cm/s, vasoespasmo moderado 150-199 cm/s y vasoespasmo severo >200 cm/s.

Tanto el IP, IR y VMACM son de ayuda para determinar la etiología del proceso patológico cerebral para poder tomar las medidas terapéuticas más acertadas.

Un aumento en la velocidad del flujo nos traduce un vasoespasmo, hiperemia, pérdida de la autorregulación, aumento de la presión arterial de dióxido de carbono, estenosis arterial intracraneal, circulación hiperdinámica, malformación arteriovenosa, meningitis bacteriana. Y la disminución: hipotensión, disminución de FSC, muerte cerebral, aumento de PIC, disminución de la presión arterial de dióxido de carbono, anestésicos, hipotermia, falla hepática fulminante.

Un aumento en el IP e IR nos puede traducir, aumento de PIC, hidrocefalia, traumatismo cerebral, hemorragia cerebral, falla hepática fulminante, evento vascular cerebral isquémico, muerte cerebral, oclusión de arteria intracraneal, meningitis bacteriana. Y una disminución: vasoespasmo, malformación arteriovenosa, recalentamiento posterior a hipotermia e hiperemia.

Si bien, las indicaciones descritas en la literatura para la realización de UTC para la detección de vasoespasmo son, en la enfermedad estenooclusiva intracraneal, hemorragia

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB

subaracnoidea, hemorragia intracraneal y muerte cerebral donde se demuestra su alta sensibilidad de 70-100% y una especificidad 85-100%, a pesar de que no es considerado el estándar de referencia diagnóstico.

Al comparar el UTC con el estándar de referencia diagnóstico que es la angiografía, se observa una excelente sensibilidad y especificidad para diagnosticar y monitorizar el proceso de vasoespasma.

Esta herramienta diagnóstica nos permite realizar una evaluación de las alteraciones hemodinámicas cerebrovasculares en la cabecera del paciente, que es de gran utilidad al momento de tomar decisiones terapéuticas, así como evaluar en tiempo real el efecto terapéutico elegido.

Las principales ventajas de este método diagnóstico es que barato, de fácil acceso, lo puede realizar cualquier médico en lugares donde no se cuenta con un neurólogo u otro método diagnóstico, se puede realizar la observación de las variables hemodinámicas durante el proceso patológico y la terapéutica empleada.

Como desventaja encontramos que nos encontramos ante un procedimiento a ciegas, debido a que la exactitud de las mediciones requiere entrenamiento para la realización e interpretación de estas, y un 5-10% de la población general no cuenta con la ventana apropiada para la medición, ya sea por densidad ósea o una ubicación distal de las arterias cerebrales. (Chacón Lozán, Rodríguez Torres, & Pacheco, 2018)

2.2 Antecedentes específicos

Los cambios fisiopatológicos en la fase temprana de la quemadura o también llamada fase “ebb” 24 a 48 horas posteriores a la quemadura por aparatos y sistemas, se describen a continuación:

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB

Corazón y circulación; taquicardia, disminución del índice cardiaco, disminución del volumen sistólico, presión sanguínea normal o baja, disminución de la saturación venosa mixta de oxígeno, aumento de resistencias vasculares sistémicas y pulmonares, hemoconcentración con elevación de hematocrito, presión venosa central variable, acidosis metabólica, ecocardiograma que revela cámaras pequeñas y disminución en la contractibilidad cardiaca.

Hígado y vejiga; mioglobinuria, oliguria, excreción fraccionada de sodio menor a 1%.

Sitio de quemadura; síndrome compartimental en la caja torácica, abdomen o extremidades.

Cerebro; alteración del estado mental, edema cerebral, aumento de hormona antidiurética.

Pulmones; edema pulmonar, broncoespasmo, broncorrea, síndrome de dificultad respiratoria aguda.

Glándulas suprarrenales; aumento de cortisol y aldosterona.

Piel; pérdida de líquido por el sitio de quemadura, edema generalizado cuando existe quemadura mayor al 25%. (Bittner, Shank, Woodson , & Jeevendra, 2015)

En esta fase ocurre un aumento en la producción y liberación de catecolaminas de la médula suprarrenal, las cuales tienen diferentes acciones como: aumento de glucogenólisis hepática con disminución en la liberación de insulina llevando a hiperglicemia, lipólisis en tejido adiposo causando aumento en ácidos grasos, aumento de ácido láctico liberado del tejido muscular, así como hipoxia tisular llevando a la formación de ácido láctico que se convierte en glucosa en el hígado (ciclo de Cori). El exceso de producción de ácido láctico lleva a acidosis metabólica. El efecto de las catecolaminas en los vasos sanguíneos es complejo, pero en general la estimulación en los receptores alfa 1 y alfa 2 causan vasoconstricción, así como la estimulación en los receptores beta 1 causa un efecto inotrópico positivo con aumento de la contractilidad

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB

cardiaca con vasodilatación de las arterias coronarias, la estimulación en los receptores beta 2 causan relajación del músculo liso con relajación de bronquios, músculo intestinal y algunos vasos sanguíneos. (Abdur Rabban , Feroze , & MA, 2015)

Después, ocurre la segunda fase hipermetabólica e hiperdinámica posterior a las 48 a 72 horas de la quemadura caracterizada por un aumento en el consumo de oxígeno, producción de dióxido de carbono, hipercatabolia, aumento del índice cardiaco más de 2 a 3 veces de lo normal, taquicardia y disminución de las resistencias vasculares sistémicas. En caso de presentarse sepsis, ocurre un aumento del índice cardiaco con disminución de las resistencias vasculares sistémicas. En un inicio los pacientes no muestran signos de un estado hiperdinámico, pero el catabolismo es continuo.

Los cambios fisiopatológicos en esta fase de la quemadura por aparatos y sistemas se describen a continuación:

Corazón y circulación; taquicardia, aumento del índice cardiaco, disfunción de miocardio, aumento de la saturación venosa mixta de oxígeno, disminución de resistencias vasculares sistémicas.

Hígado; alteración en función metabólica, alteración en excreción de fármacos, hígado graso, aumento de flujo sanguíneo hepático, aumento en gluconeogénesis, disminución en factores de coagulación, hipoalbuminemia.

Médula ósea; disminución de hematopoyesis, anemia, osteoporosis, alteración en función inmunológica.

Cerebro; alteración del estado mental, edema cerebral.

Pulmones; edema pulmonar, broncoespasmo, broncorrea, síndrome de dificultad respiratoria aguda, neumonía.

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB

Riñones; disminución del filtrado glomerular, disfunción tubular.

Respuesta inflamatoria sistémica; aumento en el consumo de oxígeno, aumento en la producción de dióxido de carbono, catabolismo muscular, resistencia a la insulina con hiperglicemia, anasarca.

3.- Justificación

Los pacientes pediátricos que sufren lesiones ocasionadas por quemadura presentan múltiples cambios a nivel sistémico, afectando todos los aparatos y sistemas.

En la primera fase de quemadura, también llamada fase ebb, ocurre una serie de liberación de catecolaminas causando un efecto complejo a nivel de vasos sanguíneos, ya que estimula receptores alfa 1, alfa 2, y beta 1.

4.- Planteamiento del problema

Pregunta de investigación

¿Cuál es el comportamiento del flujo sanguíneo cerebral en los pacientes pediátricos quemados durante la fase ebb ingresados en una unidad de quemados durante el periodo comprendido de diciembre 2018 a diciembre 2019?

5.- Hipótesis de trabajo

H₀: No existen diferencias entre el comportamiento de las variables de flujo sanguíneo cerebral y el resto de las variables.

H₁: Existen diferencias, entre el comportamiento de las variables de flujo sanguíneo cerebral y el resto de las variables.

6.- Objetivos

6.1 Objetivo general.

Describir el comportamiento del flujo sanguíneo cerebral en fase ebb de la quemadura en los pacientes pediátricos quemados ingresados en una unidad de quemados durante el periodo comprendido de diciembre 2018 a diciembre 2019.

6.2 Objetivos específicos.

- Describir la distribución de los pacientes por las variables sociodemográficas (grupo etario y género)
- Identificar el grupo etario más afectado.
- Describir el género más afectado.
- Mencionar la causa más frecuente de quemadura.
- Identificar el porcentaje de mayor afección o promedio.
- Describir la evolución final del paciente, si vivió u murió.
- Comparar el porcentaje de superficie corporal quemada y los parámetros de flujo sanguíneo cerebral entre los grupos de género y grupos etarios.
- Determinar la relación entre el porcentaje de la superficie corporal quemada y los parámetros de flujo sanguíneo cerebral.

7.- Material y métodos

7.1 Diseño de estudio

- Ambispectivo.
- Prolectivo.

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB

- Transversal.
- Observacional.
- Descriptivo.

7.2 Ubicación espacio- temporal

Unidad de Quemados anexo al Hospital para el Niño Poblano, durante el periodo comprendido de diciembre 2018 a diciembre 2019.

7.3 Estrategia de trabajo

Se incluirá en este estudio a todos los pacientes con trauma por quemadura que ingresen a la unidad de quemados durante el periodo mencionado, y se realizará el siguiente abordaje:

a.- Evaluación primaria que comprende, toma de signos vitales, oximetría de pulso y resolución de las lesiones que pongan en peligro la vida del paciente.

- A) Vía aérea permeable y mantenible.
- B) Ventilación.
- C) Circulación y condición cardiaca.
- D) Déficit neurológico, discapacidad y deformidades.
- E) Exposición, eutermia y euglucemia.
- F) Soporte metabólico.

b.- Evaluación secundaria en la que se realizarán las siguientes acciones:

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB

- AMPLAT (en este se interroga sobre lo siguiente: alergias, medicamentos, patologías previas, últimos alimentos, antecedentes, esquema de vacunación incluyendo toxoide tetánico).
- Evaluar la circunstancia relacionada con la lesión.
- Realizar exploración detallada de cabeza a pies.
- Monitoreo de las intervenciones realizadas durante la evaluación primaria.
- Realizar protocolos ultrasonográficos de Neuromonitorización.

7.4 Muestreo

Tipo de muestreo: No probabilístico por conveniencia.

7.4.1 Definición de la unidad de población

Población universal: pacientes pediátricos.

Población blanco: pacientes pediátricos con trauma por quemadura.

Población fuente: pacientes pediátricos con trauma por quemadura a los que se les realicen protocolos ultrasonográficos de Neuromonitorización.

7.4.2 Selección de la muestra

Se seleccionaron a todos los pacientes pediátricos de 0 años a 17 años 11 meses y 29 días que acudieron a la unidad de quemados anexa al Hospital para el Niño Poblano durante el periodo comprendido de un año, de diciembre 2018 a diciembre 2019 por presentar trauma por quemadura.

7.4.3 Criterios de selección de las unidades de muestreo

Los criterios de selección fueron de la siguiente manera:

7.4.3.1 Criterios de inclusión

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB

- a.- Pacientes de 0 días a 17 años, 11 meses y 29 días.
- b.- Pacientes de ambos géneros.
- c.- Pacientes con trauma por quemadura del 5 al 50% de superficie corporal total quemada de cualquier etiología durante los primeros 5 días.
- d.- Pacientes a los que se les realicen protocolos ultrasonográficos de Neuromonitorización.

7.4.3.2 Criterios de exclusión

- a.- Pacientes mayores de 17 años, 11 meses y 29 días.
- b.- Pacientes en fase flow.
- c.- Pacientes con trauma por quemadura <5% y >50%de superficie corporal total quemada.

7.4.3.3 Criterios de eliminación

- a.- Pacientes que no aceptaron participar en el estudio.

7.5 Definición de variables y escalas de medición

- Edad

- a.- Definición conceptual: tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la fecha del padecimiento, para la NOM-031 la edad pediátrica es considerada de los 0 días hasta los 17 años 11 meses y 29 días.

- b.- Tipo de variable: Cuantitativa continua.

- c.- Escala de medición: Razón.

- d.- Indicadores: años cumplidos.

- Género

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB

a.- Definición conceptual: se refiere a la diferenciación sexual fenotípica.

b.- Tipo de variable: Cualitativa nominal.

c.- Escala de medición: Nominal.

d.- Indicadores: masculino y femenino.

- Tipo de quemadura

a.- Definición conceptual: se refiere al agente causal de la lesión.

b.- Tipo de variable: Cualitativa nominal.

c.- Escala de medición: Nominal

d.- Indicadores: Fuego directo, escaldadura, electricidad, líquidos de alta densidad.

- Porcentaje de superficie corporal quemada

a.- Definición conceptual: porcentaje de la lesión presentado secundario a la quemadura.

b.- Tipo de variable: Cuantitativa continua

c.- Escala de medición: Razón

d.- Indicadores: Porcentaje dado por la escala de Lund y Browder

-Características ultrasonográficos del flujo sanguíneo cerebral

a.- Definición conceptual: lesiones ultrasonográficas presentadas en flujo sanguíneo cerebral

b.- Tipo de variable: cuantitativa continua

c.- Escala de medición: Razón

d.- Indicadores: velocidad sistólica (VS), velocidad diastólica (VD), velocidad media (VM), índice de resistencia (IR), índice de pulsabilidad (IP), índice de Lingegaard (IL).

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB

7.6 Método de recolección de datos.

Los datos se recolectaron en una hoja por cada paciente de la siguiente manera:

-Nombre.

-Fecha.

-Para la edad se hizo un registro en años cumplidos.

-Para el género se determinó si es masculino o femenino.

-Para la medición del porcentaje se utilizó la escala de Lund y Browder.

-Para las características ultrasonográficas del flujo sanguíneo cerebral se utilizó el equipo de ultrasonido Acuson con transductores de 8 mmHz y se realizaron visualizaciones de la arteria cerebral media y arteria carótida interna.

7.7 Técnicas y procedimientos

- Al ingreso de cada paciente con trauma por quemadura al servicio de urgencias se realizó la evaluación primaria y posteriormente la evaluación secundaria.

-Se solicitó firma del cuidador primario o tutor en la carta de consentimiento informado, en el caso de que los pacientes participantes se encontraran entre los 12 años y 17 años 11 meses 29 días ellos firmaron dicho consentimiento informado.

-Una vez estabilizado en la evaluación secundaria se procedió a la realización del protocolo ultrasonográfico denominado Neuromonitorización para medir lo siguiente:

a.- velocidad sistólica (VS)

b.- velocidad diastólica (VD)

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB

c.- velocidad media (VM)

d.- índice de resistencia (IR)

e.- índice de pulsatibilidad (IP)

f.- índice de Lingegaard (IL)

- Se ingresaron a los pacientes a la Unidad de Quemados

-Se procedió a llenar la hoja de recolección de datos.

7.8 Análisis de datos

Se calcularon conteos y porcentajes para las variables categóricas y se realizaron gráficas de barras para este tipo de variables. Se calcularon medias y desviaciones estándar para las variables numéricas, así como el mínimo y el máximo, se realizaron diagramas de dispersión para describir la relación entre variables numéricas. El análisis se realizó en el programa IBM SPSS Statistics para Windows, versión 25 (IBM Corp., Armonk, N.Y., USA).

7.9 Diseño estadístico

Se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para probar la normalidad de las variables numéricas de interés y debido a que no se pudo establecer la normalidad de estas variables, se optó por utilizar pruebas no paramétricas. La significancia estadística se estableció en 0.05 para todas las pruebas estadísticas.

7.9.1 Hipótesis estadística

H_0 : No existen diferencias entre el comportamiento de las variables de flujo sanguíneo cerebral y el resto de las variables.

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB

H_1 : Existen diferencias, entre el comportamiento de las variables de flujo sanguíneo cerebral y el resto de las variables.

7.9.2 Pruebas estadísticas

Se realizó ji cuadrada y en caso de no poderse utilizar empleamos la prueba Exacta de Fisher para comprobar la asociación entre variables categóricas, la prueba U de Mann-Whitney para comparar las variables numéricas de interés entre dos grupos independientes, la prueba de Kruskal-Wallis para comparar las variables numéricas de interés entre tres o más grupos independientes y la prueba de el coeficiente de correlación de Spearman para determinar la correlación entre dos variables de interés.

8.- Logística

8.1 Recursos humanos

- Un investigador principal.
- Un director experto (asesor).
- Un codirector metodológico (asesor).

8.2 Recursos materiales

- Equipo de ultrasonido marca Acuson CS 2000.
- Cédula de recolección de datos.
- Computadora con Excel.

8.3 Recursos financieros

9. –Bioética

En el presente protocolo se tomarán en cuenta los principios bioéticos que involucran a los estudios en seres humanos, basados en la World Medical Association Declaration of Helsinki, la Ley general de Salud dentro de los artículos 3ero, 7to, 13avo, 14avo, en fracción 1, 98avo, 99avo, 100 al 110, y la NOM-012-SSA3-2012. Dentro de estos se identifica que por el tipo de estudio no conlleva ningún riesgo en la investigación con seres humanos.

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB

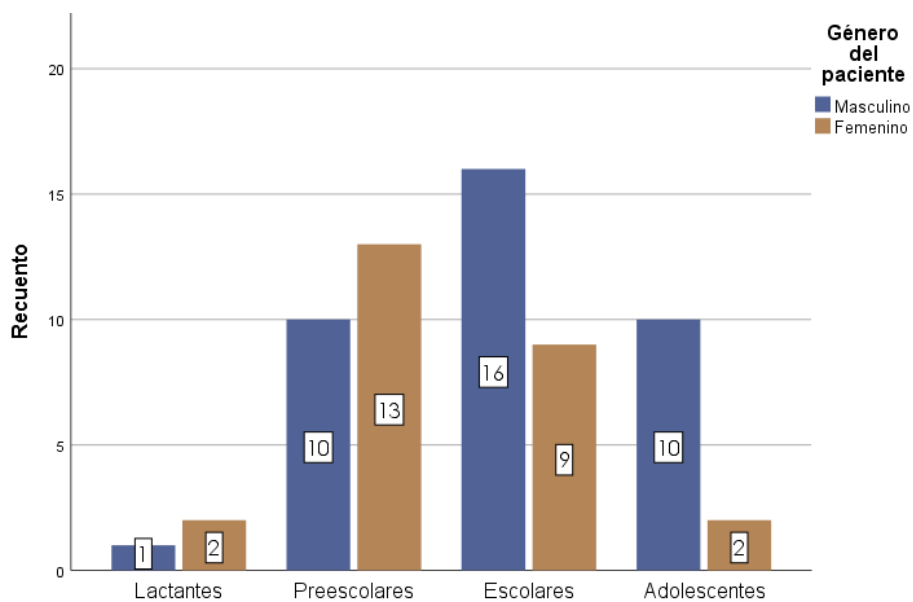
10.- Resultados

Se analizó la información de 63 pacientes de los cuales el 59% (37) fueron de género masculino, dentro de este grupo se presentó en un 43.0% (16) de pacientes escolares, en igual proporción la frecuencia de pacientes preescolares y adolescentes con 27% (10) cada uno y el 3.0% (1) fueron pacientes lactantes. El 41.0% (26) fueron pacientes de género femenino, la mitad de los pacientes en este grupo, 50% (13) eran pacientes preescolares, 35.0% (9) pacientes escolares y se presentó en igual proporción la frecuencia de pacientes lactantes y adolescentes con 8.0% (2) cada uno. En general el grupo etario con mayor frecuencia fue el de escolares con 40.0% (25) seguido por preescolares con 37.0% (23) y adolescentes con 19% (12) (Tabla 1, Gráfica 1).

Tabla 1. Distribución de los pacientes por grupo etario y género

		Masculino		Femenino		Total	
		n	%	n	%	N	%
Grupos etarios	Lactantes	1	3.0	2	8.0	3	5.0
	Preescolares	10	27.0	13	50.0	23	37.0
	Escolares	16	43.0	9	35.0	25	40.0
	Adolescentes	10	27.0	2	8.0	12	19.0
	Total	37	59.0	26	41.0	63	100.0

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB



Gráfica 1. Distribución de los pacientes por grupo etario y género.

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB

Tabla 2. Distribución de los pacientes por grupo etario, género y tipo de quemadura.

Grupos		Fuego directo		Escaldadura		Eléctrica		Líquidos de alta densidad		P Valor
		n	%	n	%	n	%	n	%	
Grupos etarios	Lactantes	0	0.0	2	4.8	0	0.0	1	100.0	<0.05
	Preescolares	1	6.7	22	52.4	0	0.0	0	0.0	
	Escolares	7	46.7	18	42.9	0	0.0	0	0.0	
	Adolescentes	7	46.7	0	0.0	5	100.0	0	0.0	
Género del paciente	Masculino	11	73.3	21	50.0	4	80.0	1	100.0	0.244
	Femenino	4	26.7	21	50.0	1	20.0	0	0.0	
	Total	15	23.8	42	66.7	5	7.9	1	1.6	

a. Prueba Exacta de Fisher

La causa de quemadura más común en los pacientes de la muestra fue la quemadura por escaldadura con 66.7% (42) seguido de las quemaduras por fuego directo con 23.8% (15), las quemaduras por electricidad con 7.9% (5); la menor frecuencia fue de las quemaduras por líquidos de alta densidad con el 1.6% (1). Dentro del grupo de pacientes con quemaduras causadas por escaldaduras, el 52.4% (22) fueron pacientes en edad preescolar y, en el caso de género, se presentó en igual proporción con 50% (21). Dentro del grupo de pacientes con quemaduras a causa de fuego directo se presentó en igual proporción en pacientes en edad escolar y adolescentes con 46.7% (7) cada uno, en el caso de género, este tipo de quemadura se presentó en mayor frecuencia en pacientes masculinos con 73.3% (11). Dentro del grupo de pacientes con quemaduras por electricidad, el 100% (5) fueron pacientes en edad adolescente, y en el caso del género, se presentó con mayor frecuencia en pacientes del género masculino 80% (4). Por último, dentro del grupo de pacientes con quemaduras por líquidos de alta densidad,

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB

el 100% (1) fue en edad lactante, en el caso del género se presentó únicamente con 100% (1) en el género masculino.

Se encontró una asociación estadísticamente significativa entre el grupo etario y el tipo de quemadura ($p < 0.001$) sin embargo, no se encontró una asociación entre el género y el tipo de quemadura ($p = 0.244$) (Tabla 2).

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB

Tabla 3. Comparación de Superficie Corporal Quemada (SCQ), Índice de Pulsatibilidad (IP), Índice de Resistencia (IR) e Índice de Lingegaard (IL) por género.

	Masculino			Femenino		Total		p ^b
	Rangos (min, max)	M	DE	M	DE	M	DE	
SCQ (%)	5, 46	23.24	9.01	25.27	11.11	24.08	9.90	0.565
IP	0.06, 1.10	0.58	0.26	0.53	0.25	0.56	0.26	0.360
IR	0.06, 1.59	0.47	0.23	0.47	0.27	0.47	0.25	0.605
IL	0.16, 7.50	1.27	0.82	1.31	1.40	1.28	1.09	0.686

M: Media, DE: Desviación estándar, b. Prueba U de Mann-Whitney

La media del porcentaje de superficie corporal quemada (SCQ) fue de 24.08% con una desviación estándar de 9.9%, un mínimo de 5% y un máximo de 46%, aunque la media del porcentaje de la SCQ fue mayor en el grupo de pacientes de género femenino con 25.27% en comparación con los pacientes masculinos con 23.24%, esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($p=0.565$).

La media del índice de pulsatibilidad (IP) fue de 0.56 con una desviación estándar de 0.26, un mínimo de 0.06 y un máximo de 1.10, aunque la media del IP fue mayor en el grupo de pacientes de género masculino con 0.58 en comparación con las pacientes de género femenino con 0.53, esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($p=0.360$).

La media del índice de resistencia (IR) fue de 0.47 con una desviación estándar de 0.25, un mínimo de 0.06 y un máximo de 1.59, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en este índice entre los grupos de género, en ambos grupos se registró una media de 0.47 ($p=0.605$).

La media del índice de Lingegaard (IL) fue de 1.28 con una desviación estándar de 1.09, un mínimo de 0.16 y un máximo de 7.50, aunque la media del IL fue mayor en el grupo de

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB

pacientes de género femenino con 1.31 en comparación con los pacientes masculinos con 1.27, esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($p=0.686$). (Tabla 3)

Tabla 4. Comparación de Superficie Corporal Quemada (SCQ), Índice de Pulsatilidad (IP), Índice de Resistencia (IR) e Índice de Lingegaard (IL) por grupos etarios.

	Lactantes		Preescolares		Escolares		Adolescentes		Total		p ^c
	M	DE	M	DE	M	DE	M	DE	M	DE	
SCQ (%)	25.83	16.06	24.59	7.76	25.48	10.11	19.75	11.63	24.08	9.90	0.293
IP	0.48	0.10	0.53	0.22	0.61	0.28	0.52	0.30	0.56	0.26	0.519
IR	0.35	0.04	0.48	0.28	0.46	0.20	0.50	0.30	0.47	0.25	0.714
IL	0.70	0.31	1.33	0.80	1.51	1.47	0.88	0.56	1.28	1.09	0.259

M: Media, DE: Desviación estándar, c. Prueba de Kruskal-Wallis.

En la comparación por grupos etarios, se encontró una media mayor de superficie corporal quemada en el grupo de lactantes con 25.83%, seguido de los pacientes en edad escolar con 25.48%, -pacientes en edad preescolar con 24.59%, y pacientes en edad adolescente con 19.75%, sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p=0.293$).

La media del IP fue mayor en los pacientes de edad escolar con 0.61, seguido de los pacientes preescolares con 0.53, adolescentes con 0.52, y los lactantes 0.48, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p=0.519$).

En cuanto al IR, este índice presentó una mayor media en el grupo de adolescentes con 0.50, seguido del grupo de pacientes preescolares con 0.48, pacientes escolares con 0.46, y pacientes lactantes con 0.35, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p=0.714$).

La media del IL fue mayor en el grupo de pacientes escolares con 1.51, seguido de los pacientes preescolares con 1.33, pacientes adolescentes con 0.88, y de los lactantes con 0.70; estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p=0.259$). (Tabla 4)

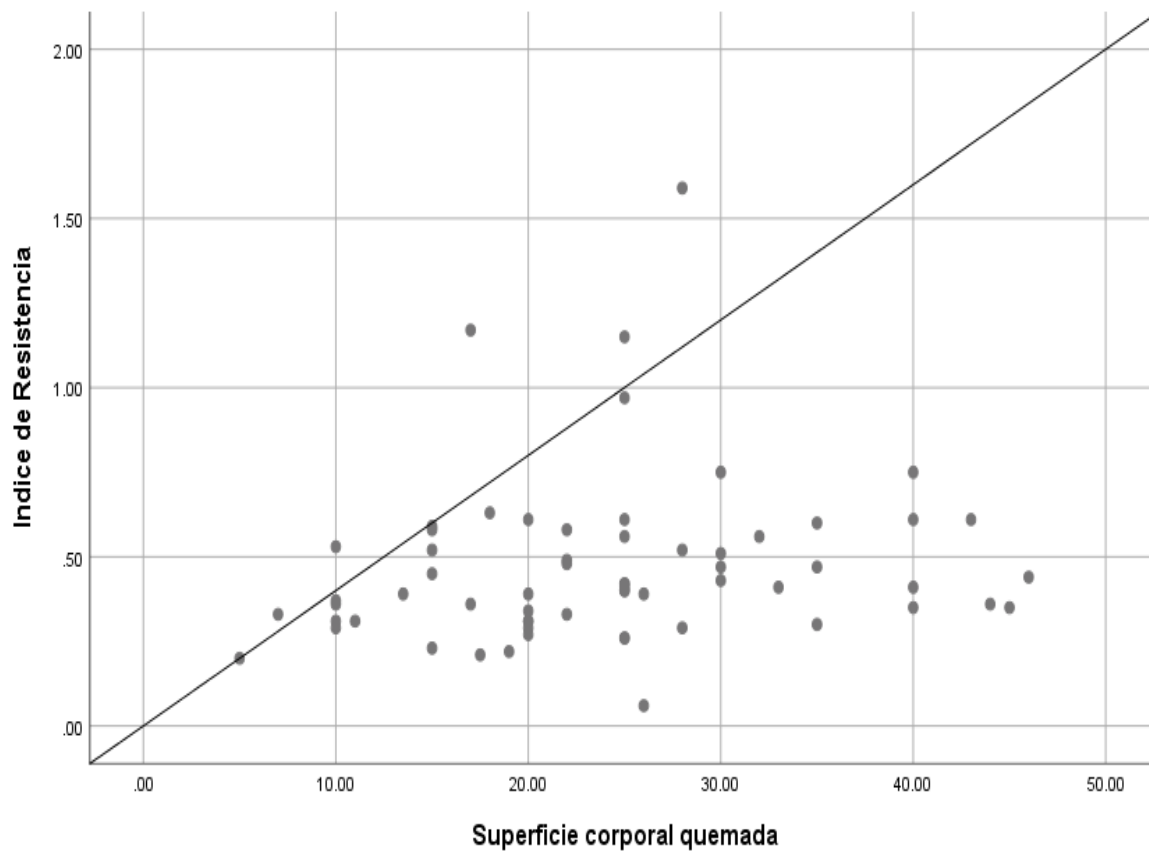
FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB

Tabla 5. Coeficientes de correlación de Spearman de la Superficie Corporal Quemada con IP, IR e IL.

	ρ de Spearman	P	IC 95% (Li, Ls)
Índice de Pulsatibilidad (IP)	0.147	0.250	(0.10, 0.38)
Índice de Resistencia (IR)	0.273	0.031	(0.03, 0.49)
Índice de Lingegaard (IL)	0.127	0.322	(0.12, 0.36)

Se encontró una correlación positiva débil entre la Superficie Corporal Quemada y los índices de Pulsatibilidad, de Resistencia y de Lingegaard, sin embargo, solamente la correlación entre la SCQ y el IR fue estadísticamente significativa ($\rho=0.273$, $p=0.031$). (Tabla 5, Gráfica 2)

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB



Gráfica 2. Diagrama de dispersión de la SCQ (%) y el IR.

11.- Discusión

Al encontrar con este estudio una correlación positiva, con el porcentaje de superficie corporal quemada y el índice de resistencia, se traduce que a mayor porcentaje de superficie corporal quemada mayor será el índice de resistencia, con mayor grado de vasoespasmo cerebral, esto es estadísticamente significativo, no únicamente es válida con nuestra población estudio de 63 pacientes, si no que se puede generalizar para una población más grande.

En comparación con las correlaciones restantes de porcentaje de superficie corporal quemada con el índice de pulsatilidad y de Lingegaard donde también se traduce que a mayor porcentaje de superficie corporal quemada mayores serán los índices antes mencionados, pero aquí los coeficientes no fueron estadísticamente significativos, es decir la relación se puede observar en nuestra población estudio de 63 pacientes, pero no se podría generalizar a una población más grande.

Con este estudio de neuromonitorización en la primera fase de la quemadura descrita como ebb, se encontró que en comparación con la literatura donde no se conoce con exactitud el comportamiento de las resistencias vasculares sistémicas ya que se pueden estimular los receptores alfa 1 y alfa 2 con vasoconstricción y receptores beta 1 y beta 2 con vasodilatación de vasos sanguíneos se encontró que es mayor el grado de vasoconstricción con vasoespasmo cerebral secundario.

Se comprueba como en lo descrito en la literatura consultada, que al compararse con la herramienta diagnóstica de elección que es la angiografía para detección de vasoespasmo, la neuromonitorización es una excelente herramienta para el diagnóstico y monitorización del proceso de vasoespasmo cerebral. Es de gran utilidad al momento de tomar decisiones terapéuticas y evaluar en tiempo real la terapéutica elegida.

12.- Conclusiones

El grupo etario más afectado fue el de escolares con 39.7% (25) y el grupo de género más afectado fue el masculino con 58.7% (37).

La causa de quemadura más común en los pacientes fue la quemadura por escaldadura con 66.7% (42), el 100% de los pacientes vivieron y se encontró una asociación estadísticamente significativa entre el grupo etario y la causa de la quemadura ($p < 0.001$).

El porcentaje de superficie corporal quemada fue mayor en pacientes femeninos con 25.27% y en pacientes lactantes con 25.83%.

El Índice de Pulsatibilidad fue mayor en los pacientes de género masculino con 0.58 y en pacientes en edad escolar con 0.61, además el Índice de Resistencia fue igual entre los grupos de género con 0.47 y fue mayor en pacientes adolescentes con 0.50, finalmente, el Índice de Lingegaard fue mayor en los pacientes de género femenino con 1.31 y en pacientes en edad escolar con 1.51 sin embargo, ninguna de estas diferencias mostró ser estadísticamente significativa ($p \geq 0.259$).

Se encontró una correlación positiva débil significativa entre el porcentaje de superficie corporal quemada y el índice de resistencia ($\rho = 0.273$, $p = 0.031$).

13. -Anexos

13.1 Formato de captura de datos

IL	IP	IR	ACI:VM	ACI:VD	ACI:VS	ACM:VM	ACM:VD	ACM:VS	Tipo de quemadura	% SCQ	Sexo	Edad	Nombre del paciente	Fecha
----	----	----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------------------	-------	------	------	---------------------	-------

% SCQ= porcentaje superficie corporal total quemada de acuerdo con la clasificación de Lund y Browder.

ACM= arteria cerebral media

ACI= arteria carótida interna

VS= velocidad sistólica

VD= velocidad diastólica

VM= velocidad media

IR= índice de resistencia

IP= índice de pulsatibilidad

IL= índice de Lingegaard

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL EN QUEMADOS FASE EBB

13.2 Carta de consentimiento informado

Fecha _____

Sr (a) _____ como cuidador
primario o tutor, autorizo para que se realice a mi hijo
(a) _____ los protocolo
ultrasonográficos de Neuromonitorización, con lo cual se podrá determinar el comportamiento
del flujo sanguíneo cerebral en la fase ebb de la quemadura.

Atentamente

NOTA: En caso de ser mayor de 12 años y menor de 17 años 11 meses 29 días.

Yo _____ autorizo para que se
realice los protocolos ultrasonográficos de Neuromonitorización, con lo cual se podrá determinar
el comportamiento del flujo sanguíneo cerebral en la fase ebb de la quemadura.

Atentamente

14.- Bibliografía

Abdur Rabban , T., Feroze , Q., & MA, M. (2015). Pathophysiological Reaction of the Body to Trauma: A Review Update. *Journal of Science Foundation*, 15-20.

Bittner, E., Shank, E., Woodson , L., & Jeevendra, M. (2015). Acute and Perioperative Care of the Burn-injured Patient. *Anesthesiology*, 448-464.

Chacón Lozsán, F., Rodríguez Torres, M., & Pacheco, C. (2018). Neuromonitorización hemodinámica por ultrasonido en el paciente crítico: ultrasonido transcraneal . *Acta Colombiana de Cuidado Intensivo* , 1-9.

Isaac Lau , V., & Thomas Arntfield , R. (2017). Point-of-care transcranial Doppler by intensivist. *Critical Ultrasound Journal* , 1-11.

Minsal, S. (2016). Gran Quemado. *Guías clínicas AUGE*.

Peden, M., & Oyegbite, K. (2012). Informe mundial sobre prevención de las lesiones en los niños. *Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. UNICEF*.