

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



Presentada ante las autoridades de la  
Escuela de Estudios de Postgrado de la  
Facultad de Ciencias Médicas  
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en  
Radiología e Imágenes Diagnósticas  
Para obtener el grado de  
Maestra en Ciencias Médicas con Especialidad en  
Radiología e Imágenes Diagnósticas

Marzo 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

HACE CONSTAR QUE:

El (la) Doctor(a): **María Rosa Urrutia Ovalle**

Carné Universitario No.: **200540206**

Ha presentado, para su EXAMEN PÚBLICO DE TESIS, previo a otorgar el grado de Maestro(a) en Ciencias Médicas con Especialidad en **Radiología e Imágenes Diagnósticas**, el trabajo de TESIS **UTILIDAD CLÍNICA DEL DOPPLER TRANSCRANEAL EN PACIENTES CON CRITERIOS CLÍNICOS DE MUERTE ENCEFÁLICA**

Que fue asesorado: **Dra. María Fonseca de Chacón MSc.**

Y revisado por: **Dr. Eddy René Rodríguez González MSc.**

Quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, la ORDEN DE IMPRESIÓN para **marzo 2017**

Guatemala, 20 de febrero de 2017

  
**Dr. Carlos Humberto Vargas Reyes MSc.**

Director  
Escuela de Estudios de Postgrado

  
**Dr. Luis Alfredo Ruiz Cruz MSc.**

Coordinador General  
Programa de Maestrías y Especialidades

mdvs

Guatemala, 8 de septiembre del 2016

Dr. Pablo Susarte Hernández  
Docente Responsable  
Maestría en Ciencias Médicas con especialidad  
en Radiología e Imágenes Diagnósticas  
Hospital Roosevelt  
Presente

*Respetable Dr. Hernández:*

Por este medio informo que he asesorado a fondo el Informe final de graduación que presenta la Dra. María Rosa Urrutia Ovalle, carne 200540206, de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Radiología e imágenes Diagnósticas, el cual se titula **“UTILIDAD DEL DOPPLER TRANSCRANEAL EN PACIENTES CON MUERTE ENCEFALICA”**.

Luego de efectuar la asesoría; hago constar que la Dra. Urrutia Ovalle, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el dictamen positivo sobre dicho trabajo y confirmo esta lista para pasar a revisión de la Universidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente.



Dra. maia Fonseca de Chacón MSc.

Dra. María Fonseca de Chacón

Asesora de Tesis

Guatemala, 8 de septiembre del 2016

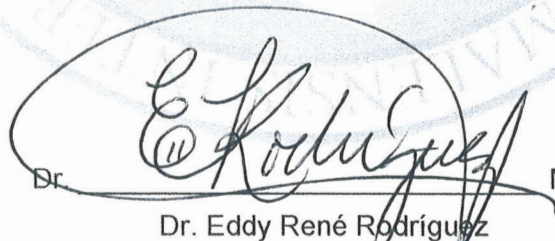
Dr. Pablo Susarte Hernández  
Docente Responsable  
Maestría en Ciencias Médicas con especialidad  
en Radiología e Imágenes Diagnósticas  
Hospital Roosevelt  
Presente

*Respetable Dr. Hernández:*

Por este medio informo que he revisado a fondo el Informe final de graduación que presenta la Dra. María Rosa Urrutia Ovalle, carne 200540206, de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Radiología e imágenes Diagnosticas, el cual se titula **“UTILIDAD DEL DOPPLER TRANSCRANEAL EN PACIENTES CON MUERTE ENCEFALICA”**.

Luego de la revisión, hago constar que la Dra. Urrutia Ovalle, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el dictamen positivo sobre dicho trabajo y confirmo esta lista para pasar a revisión de la Universidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente.

  
Dr. MSc.  
Dr. Eddy René Rodríguez  
Revisor de Tesis



## INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	i
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	3
III. OBJETIVOS	18
IV. MATERIAL Y METODOS	19
V. RESULTADOS	24
VI. DISCUSION Y ANALISIS	35
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	41
VIII. ANEXOS	46

## INDICE DE TABLAS

Tabla No 1	25
Tabla No 2	26
Tabla No 3	27
Tabla No 4	28
Tabla No 5	29

## INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica No 1	30
Gráfica No 2	31
Gráfica No 3	32
Gráfica No 4	33
Gráfica No 5	34

## RESUMEN

La muerte cerebral se define como el cese irreversible en las funciones de todas las estructuras neurológicas intracraneales, cese irreversible de las funciones de la corteza, del tronco encefálico o de las interrelaciones cortico-subcorticales. **Objetivo:** Utilidad clínica del doppler transcraneal en pacientes con criterios clínicos de muerte encefálica. **Metodología:** estudio de Casos y Controles ya que se determinó la sensibilidad y especificidad del doppler transcraneal a pacientes con criterios clínicos de muerte encefálica basados en valores predictivos positivos y negativos observados en la población involucrada del departamento de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Roosevelt de enero a octubre de 2014. La muestra fue de 25 pacientes con criterios clínicos de muerte encefálica según la Academia Americana de Neurología, mayores de 12 años de edad con posibilidad de acceder a todas las ventanas óseas. **Resultados:** Evaluando los valores obtenidos sobre la muerte encefálica en pacientes ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos e Intermedios del Hospital Roosevelt, el valor predictivo positivo calculado fue de 95% y el valor predictivo negativo de 0% significó que el 95% de los pacientes ingresados por muerte encefálica finalmente se confirmó diagnóstico, mientras que el 0% de los no diagnosticados con muerte encefálica efectivamente se encontraron sanos. **Conclusiones:** El presente estudio demostró la funcionalidad del doppler transcraneal como alternativa confiable y de bajo costo para confirmación de muerte cerebral.

**Palabras Clave:** Doppler Transcraneal, Muerte cerebral, Hospital Roosevelt.



## I. INTRODUCCION

Mantener la función cerebral con asistencia mecánica en ausencia de la respiración, el latido cardíaco y sumado a la necesidad de sostener la circulación cuando se tiene la destrucción completa del encéfalo; obliga a redefinir la muerte.

En el año de 1981 en EE.UU se definió como muerte encefálica a la cesación irreversible de todas las funciones cerebrales, incluyendo el tronco como el elemento fundamental del concepto de muerte encefálica<sup>1</sup>. Según Qureshi en el año 2004 indicó que la angiografía convencional ofrece certeza diagnóstica, pero es una técnica de alto costo y el electroencefalograma es una prueba confirmatoria que puede presentar alteraciones en neonatos con inmadurez del encéfalo.

En el ámbito nacional se carece de una prueba confirmatoria con sensibilidad y especificidad máximas que sea aceptada en forma universal para establecer el diagnóstico de muerte encefálica.

La utilización del Doppler Transcraneal como herramienta de apoyo en pruebas diagnósticas relacionados con muerte encefálica utilizando, ha demostrado ser una técnica de exploración de los vasos intracraneales, no invasiva, repetible, de bajo costo y que se puede hacer al borde de la cama de los pacientes<sup>1</sup>.

Actualmente en la Unidad de Cuidados Intensivos e Intermedios del Hospital Roosevelt no se realizan pruebas diagnósticas complementarias como protocolo estandarizado de muerte encefálica en pacientes con los criterios clínicos de la misma, evidenciando la necesidad determinar su validez como método diagnóstico, evaluando su especificidad y sensibilidad, además del valor predictivo positivo y negativo, para protocolizar su uso.

La determinación de la muerte encefálica, es clínica. Estadísticas internacionales reportan que del 10% al 14% de los fallecidos en unidades de cuidados intensivos lo hacen por este caso, alcanzando hasta un 30% en unidades de atención a afecciones neuroquirúrgicas<sup>4</sup>.

Lo anteriormente expuesto evidencia las limitaciones e incertidumbre al momento de establecer un diagnóstico de confirmación de muerte encefálica pronta y certera, lo que continúa siendo un reto en la Unidad de Cuidados Intensivos, por la controversia sobre qué parámetros clínicos se deben tomar en cuenta y cuáles son las condiciones ideales para realizar el diagnóstico.

Los resultados indicaron que el 90% de los pacientes efectivamente padecieron muerte encefálica, producto de trauma craneoencefálico y herida por arma de fuego. Con relación a la especificidad el 100% representó que el diagnóstico sobre pacientes sanos es correcto en su totalidad. Los valores predictivos positivos y negativos calculados indicaron que el 100% de la muestra de pacientes ingresados por muerte encefálica, confirmaron su diagnóstico utilizando el doppler transcraneal. El sexo masculino fue el más afectado en un 64% de la totalidad de los pacientes. Las ondas espectrales demostradas en el estudio fueron ausencia de flujo en un 68%, seguido de inversión del flujo diastólico en un 20% y el 12% presentaron picos sistólicos aislados.

Con base al estudio realizado se recomienda la adopción del doppler transcraneal por parte de la Unidad de Imágenes del Hospital Roosevelt debido a que su uso clínico contribuye a la obtención de pruebas diagnósticas con precisión y confiabilidad sobre la confirmación de muerte encefálica en pacientes ingresados.

## II. ANTECEDENTES

El Hospital Universitario la Fé ubicado en Valencia, España realizó un estudio en el año 2004 acerca del Doppler transcraneal para el diagnóstico de muerte encefálica mostrando que la etiología más frecuente de coma fue espontánea hemorragia cerebral. Se administró depresores para el sistema nervioso central a 62 pacientes pocas horas antes del diagnóstico, realizando pruebas complementarias donde el 55% de los pacientes cumplieron los criterios clínicos aceptados actualmente para la muerte cerebral.

El estudio realizado en el departamento de anestesiología y unidad de cuidados intensivos de Turquía en el año 2004, sobre la utilidad del Doppler transcraneal para confirmar el diagnóstico de muerte cerebral demostró una sensibilidad y especificidad de 70,5% y 97,4%, respectivamente. La sensibilidad del doppler transcraneal alcanzó el 100% en la población estudiada tras el cuarto examen.

Según el estudio realizado por departamento de cuidados intensivos de pediatría en Utrech Países bajos en el año 2006 sobre el uso del Doppler transcraneal para confirmar muerte encefálica, mostró que una sensibilidad del 95% (IC del 92 a 97% del 95%) y una especificidad del 99% (IC del 95%: 97-100%) para detectar la muerte cerebral. El meta-análisis de diez estudios mostró una sensibilidad del 89% y una especificidad del 99%.

El estudio de validez del doppler transcraneal para el diagnóstico de muerte encefálica realizado en la clínica Alemana de Santiago de Chile en el periodo del 2004-2008, reportó una sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivo y negativo de 100, 96, 96,1 y 100%, respectivamente para el diagnóstico de la muerte cerebral. Concluyendo que el doppler transcraneal es una técnica válida y útil para el diagnóstico de la muerte cerebral.

El estudio realizado en el año 2008 en la clínica de cuidados intensivos del Instituto de Anestesiología en el Hospital Spedali Civili de Brescia, Italia; concluyó que el doppler transcraneal es una herramienta innovadora, flexible, accesible para la monitorización de cabecera del flujo cerebral estático, dinámico y respuesta al tratamiento. Es una herramienta confiable y de bajo costo, importante para el diagnóstico y seguimiento de pacientes con enfermedades cerebrovasculares que requieren cuidado estricto y

monitoreo del estado de la circulación cerebral y apoya el diagnóstico clínico de muerte encefálica.

La experiencia clínica sobre la utilidad del Doppler transcraneal como prueba de confirmación de la muerte cerebral realizado en el Departamento de Anestesiología y Medicina del Centro Médico Washington, Seattle, EE.UU en el año 2011, mostró ser una prueba de confirmación de la muerte encefálica. En noventa pacientes (61 varones),  $40 \pm 21$  años (rango 3-84 años) se realizó un estudio TCD para la confirmación de la sospecha de muerte cerebral, confirmándose en 51 pacientes. La utilizando de criterios convencionales, TCD confirmó muerte cerebral en una gran proporción de pacientes en los que no podía hacerse diagnóstico clínico.

## **2.1 MUERTE ENCEFALICA**

Clínicamente fue descrita en 1959, inicialmente el término «coma dépassé» fue utilizado por Mollaret y Goulon, como muerte cerebral, en la actualidad se denomina muerte encefálica (ME) y se define como el cese irreversible en las funciones de todas las estructuras neurológicas intracraneales, tanto de los hemisferios cerebrales como del troncoencefalo. La ME ha sido reconocida como la muerte del individuo por la comunidad científica y aceptada como tal en las legislaciones de diferentes países<sup>22</sup>.

## **2. 2 FISIOPATOLOGÍA DE MUERTE ENCEFÁLICA**

A pesar de que los mecanismos primarios de lesión cerebral en trauma craneal cerrado y hemorragia intracraneal difieren, la fisiopatología secundaria caracterizada por un aumento masivo en la presión intracraneal (PIC) es similar en ambas condiciones.

En la evolución temprana de lesión craneal cerrada o hemorragia intracraneal, existe un desplazamiento del líquido cefalorraquídeo de la bóveda craneal al espacio subaracnoideo espinal, ofreciendo una atenuación de la PIC. Incrementos persistentes en PIC resultan en un cambio intracraneal de las estructuras del cerebro con desplazamiento descendente del diencefalo y tallo cerebral<sup>22</sup>.

Al extremo, cuando la complacencia intracraneal se ve limitada, la PIC aumenta dramáticamente con cambios mínimos en el flujo cerebral o edema. Este aumento en PIC se acompaña de una significativa reducción en la presión de perfusión cerebral (PPC) y en el flujo cerebral. Así como la PIC aumenta, herniación transtentorial uncal puede aparecer. La formación de cono con el foramen magno puede contribuir a más daño del tallo encefálico. Debido a que el ritmo de incremento de la PIC es altamente variable, el tiempo de evolución de coma y muerte cerebral es igualmente impredecible. Compresión sobre la glándula pituitaria también ha sido descrita. La disrupción en la función involucra más comúnmente la neurohipófisis<sup>23</sup>.

Cuando la complacencia intracraneal se ve limitada, la PIC aumenta dramáticamente con cambios mínimos en el flujo cerebral o edema. Este aumento en PIC se acompaña de una significativa reducción en la presión de perfusión cerebral (PPC) y en el flujo cerebral. Así como la PIC aumenta, herniación transtentorial uncal puede aparecer.

La formación de cono con el foramen magno puede contribuir a más daño del tallo encefálico. Debido a que el ritmo de incremento de la PIC es altamente variable, el tiempo de evolución de coma y muerte cerebral es igualmente impredecible. Compresión sobre la glándula pituitaria también ha sido descrita. La disrupción en la función involucra más comúnmente la neurohipófisis<sup>23</sup>.

A partir de la muerte cerebral, los pacientes presentan signos de disminución de la actividad simpática manifestada por hipotensión sistémica, vasodilatación y disminución de la contractibilidad miocárdica. Para mantener perfusión final a los órganos es necesario soporte con inotrópicos o vasopresores y restaurar el volumen intravascular<sup>24</sup>.

Las manifestaciones tempranas de muerte cerebral pueden ser una expresión aumentada de las catecolaminas circulantes. Otros estudios han documentado cambios extensos en la contractibilidad miocárdica en pacientes que cumplen los criterios de muerte cerebral.

### **2.3 DIAGNÓSTICO CLÍNICO DE MUERTE ENCEFÁLICA**

En los últimos años no se han producido cambios sustanciales en la valoración clínica de un sujeto con sospecha de ME<sup>13</sup>. Para realizar el diagnóstico clínico de ME han de cumplirse las siguientes condiciones:

**a) Coma estructural de etiología conocida y carácter irreversible**, debe existir una evidencia clínica y/o constatación por neuroimagen de lesión grave en el sistema nervioso central (SNC) compatible con la situación de muerte encefálica. En este sentido, es imprescindible conocer la causa del coma bien por la historia clínica o por un TAC craneal que documente la presencia de lesiones estructurales para descartar causas metabólicas o tóxicas potencialmente reversibles.

**b) Prerrequisitos clínicos antes de iniciar la exploración neurológica**, hay que comprobar que el paciente se encuentra en unas condiciones clínicas generales adecuadas que no depriman o alteren los hallazgos de la exploración.

Estos prerrequisitos básicos en todos los protocolos internacionales son:

- Estabilidad cardiocirculatoria.
- Oxigenación y ventilación adecuadas.
- Ausencia de hipotermia, los criterios del Reino Unido recomiendan una temperatura superior a 35°C, mientras que la Academia Americana de Neurología y en España aceptan una temperatura superior a 32°C. Por debajo de 28° y 20° C, el paciente puede estar comatoso y tener abolidos los reflejos tronco-encefálicos provocando una situación neurológica catastrófica similar a la ME.
- Descartar alteraciones metabólicas de tipo hidroelectrolítico, ácido-base o endocrinológicas (coma hipoglucémico, encefalopatía hepática, coma hipotiroideo).
- Intoxicaciones por drogas o tóxicos depresores del SNC pueden provocar graves errores en la valoración neurológica de un paciente comatoso, por lo que es obligatorio descartar la presencia de dichas sustancias, elaborando una exhaustiva historia clínica y realizando las determinaciones analíticas en sangre y orina necesarias.
- Ausencia de fármacos depresores del sistema nervioso central, para el tratamiento de pacientes neurológicos ingresados a Unidades de Cuidados Intensivos se utilizan rutinariamente benzodiacepinas, propofol, mórficos y barbitúricos; todos ellos, son fármacos depresores del SNC, que afectan de forma importante los hallazgos obtenidos en la exploración neurológica.

Los barbitúricos a dosis elevadas pueden llegar a producir coma arreactivo, ausencia de reflejos troncoencefálicos y electroencefalograma (EEG) sin actividad bioeléctrica cerebral; por lo tanto, hay que asegurarse de que en el momento de la exploración no hay interferencia farmacológica que pueda enmascarar la situación neurológica real del paciente<sup>15</sup>.

**c) Exploración neurológica**, el diagnóstico clínico de ME se basa en tres pilares fundamentales (coma arreactivo, ausencia de reflejos tronco-encefálicos y apnea). El paciente tiene que encontrarse en coma profundo y arreactivo con hipotonía muscular.

La exploración algésica debe ser realizada fundamentalmente en el territorio de los nervios craneales, provocando dolor intenso a nivel supraorbitario, labio superior o en la articulación temporomandibular<sup>15</sup>.

Los reflejos tronco-encefálicos que deben ser explorados y que siempre deben estar ausentes son: fotomotor, corneal, oculocefálico, oculovestibular, nauseoso, tusígeno.

**d) Test de atropina**, explora farmacológicamente la actividad del X par craneal (Neumogástrico o Vago) y de sus núcleos tronco-encefálicos. Se administran 0,04 mg/kg de sulfato de atropina iv comprobándose la frecuencia cardíaca pre y pos-inyección de atropina. En situación de ME, la frecuencia cardíaca no debe superar el 10% de la frecuencia cardíaca basal. Hay que tener la precaución de no administrar la atropina por la misma vía venosa donde se estén infundiendo catecolaminas ya que esto puede producir taquicardia y afectar los resultados<sup>13</sup>.

**e) Test de apnea**, cronológicamente debe ser realizado al final de toda la exploración y tiene por finalidad demostrar la ausencia de respiración espontánea. Inicialmente se realiza una hiperoxigenación y se modifican los parámetros del respirador para conseguir una normoventilación. Se extrae una gasometría arterial para constatar los niveles de PaCO<sub>2</sub> y se desconecta al paciente del respirador, introduciendo una cánula hasta la

tráquea conectada a una fuente de oxígeno a 6 l/min con la finalidad de conseguir una oxigenación por difusión a través de la membrana alveolo-capilar y evitar una hipoxia que pudiera provocar asistolia. Durante el tiempo de desconexión del respirador el médico observará detenidamente tórax y abdomen comprobando que no exista ningún tipo de movimiento respiratorio<sup>19</sup>.

El tiempo de desconexión puede ser variable y estará en función del nivel previo de PaCO<sub>2</sub> y de la temperatura del paciente; por cada minuto de desconexión la PaCO<sub>2</sub> se eleva 2-3 mmHg, y nuestro objetivo es demostrar que el sujeto no respira cuando el centro respiratorio está convenientemente estimulado por una situación de hipercapnia y acidosis. Al finalizar la desconexión del respirador, se realiza una gasometría arterial para constatar que la PaCO<sub>2</sub> es superior a 60 mm de Hg<sup>13</sup>.

**f) Actividad motora espinal**, la ME conlleva una desconexión aguda de la medula espinal con respecto a todas las estructuras neurológicas intracraneales, pudiendo observarse la recuperación de algunas de sus funciones reflejas o automáticas. La variedad de reflejos que pueden observarse es muy amplia; entre los más frecuentes hay que destacar los reflejos cutáneo- abdominales, cremastérico, reflejo plantar flexor, extensor, de retirada y reflejos tónico-cervicales.

También puede observarse actividad motora espontánea, especialmente mioclonias espinales y actividades tónicas en miembros superiores que remedan situaciones posturales más o menos estereotipadas y en ocasiones con movimientos complejos como el «signo de Lázaro» con elevación y aproximación de ambos brazos que en su presentación más espectacular, puede verse acompañado de flexión del tronco hasta la sedestación. Al realizar una flexión pasiva del cuello han sido descritas respuestas hemodinámicas son marcados incrementos de la tensión arterial (TA) y la frecuencia cardíaca (FC), denominadas «autonomic neck response». Estas respuestas son suprimidas por la administración de un bloqueante ganglionar (camsilato de trimethaphan), lo que sugiere que la vía eferente, está mediada por el sistema nervioso simpático.

Durante la intervención quirúrgica y por estimulación del peritoneo parietal, en donantes de órganos en ME, se han visto reflejos motores con contracción de la musculatura abdominal hasta en un 60% de los casos, así como reflejos cardiovasculares tras la



manipulación de órganos, vasos y otras estructuras intraabdominales produciéndose incrementos marcados en la TA, FC, resistencias vasculares sistémicas e índice de trabajo ventricular izquierdo<sup>17</sup>.

**g) Período de observación**, tiene por objetivo confirmar la irreversibilidad del proceso. Cuando el diagnóstico de ME se realiza mediante exploración neurológica se recomiendan periodos de observación de 6 horas si hay daño estructural (traumatismo o ACVA) y de 24 horas si la causa del coma es una encefalopatía anóxica postparada cardíaca. Estos periodos de observación son modificables a juicio clínico dependiendo de la etiología y la gravedad del agente causal.

**h) Muerte tronco-encefálica** es una entidad clínica poco frecuente que aparece cuando la causa inicial del coma es una patología de localización puramente infratentorial. En estos casos, está preservada la circulación cerebral anterior a través de las arterias carótidas internas, presentando el paciente una exploración clínica compatible con ME, actividad bioeléctrica cerebral en el EEG y flujo sanguíneo cerebral anterior conservado como se ha demostrado utilizando Doppler Transcraneal, estudios con isótopos y tomografía computarizada con xenón; esta situación puede persistir durante varios días si el paciente es portador de un drenaje de LCR <sup>17</sup>.

**Tabla I. Diagnóstico clínico de muerte encefálica**

**1. Coma estructural, de etiología conocida y carácter irreversible.**

**2. Condiciones clínicas generales durante la exploración neurológica:**

Estabilidad cardiocirculatoria, oxigenación y ventilación adecuadas, ausencia de hipotermia severa, enfermedades metabólicas importantes, tóxicos o fármacos depresores del SNC.

**3. Exploración clínica neurológica:**

a) Exploración neurológica cerebral: coma arreactivo.

b) Exploración neurológica troncoencefálica: ausencia de reflejo fotomotor, corneal, oculocefálico, oculovestibular, nauseoso, tusígeno, respiración espontánea, respuesta al Test de Atropina.

**4. Puede existir actividad motora de origen medular, del tipo reflejo como espontánea.**

**5. Período de observación:** 6 horas, modificable a criterio médico según tipo y gravedad de la lesión.

**6. En las lesiones de localización infratentorial:** Exploración clínica + EEG y/o un método diagnóstico instrumental, que confirme la ausencia de función de los hemisferios cerebrales.

## 2.4 PRUEBAS DIAGNÓSTICAS INSTRUMENTALES

Para el diagnóstico de ME pueden clasificarse en dos tipos:

**a) Electroencefalograma:** ampliamente conocido, el electroencefalograma es un método diagnóstico sencillo, rápido, no invasivo y fácil de realizar a pie de cama por lo que es el más utilizado en el diagnóstico instrumental de la ME<sup>20</sup>.

**Tabla II. Pruebas diagnósticas instrumentales de muerte encefálica**

### **1. Electrofisiológicas:**

a) Electroencefalograma, b) Potenciales evocados multimodales.

### **2. Que evalúan el flujo sanguíneo cerebral:**

a) Sonografía Doppler transcraneal, b) Arteriografía cerebral de cuatro vasos, c) Angiografía cerebral por sustracción digital (arterial o venosa), d) Angio-TAC espiral, e) Angiogammagrafía cerebral con <sup>99m</sup>Tc-HMPAO o con otros radiofármacos difusibles.

El EEG sólo estudia la actividad bioeléctrica de la corteza cerebral en la convexidad de los hemisferios cerebrales, pero no de la corteza de la base ni de la profundidad de los

hemisferios, ni por supuesto del tronco-encéfalo; por lo tanto, la asociación EEG «plano» igual a muerte encefálica muy difundida en la sociedad e incluso entre personal sanitario no experto en la materia, es un grave error.

La principal limitación del EEG es que su resultado está interferido por fármacos depresores del sistema nervioso central por lo que en pacientes de cuidados intensivos que reciben tratamiento con dichos fármacos, o están en coma barbitúrico como medida para controlar su presión intracraneal, el EEG no puede utilizarse para realizar el diagnóstico de ME<sup>20</sup>.

**b) Potenciales evocados:** son la respuesta del SNC a un estímulo externo. La estimulación de diversas vías sensitivas provoca una señal eléctrica cortical de muy pequeño voltaje. Para registrar los potenciales evocados se utilizan técnicas de procesamiento computarizado que permiten sustraer los PE, del resto de actividad eléctrica; para conseguir esto, es necesario realizar cientos de estímulos que son visualizados en un osciloscopio de rayos catódicos y registrados posteriormente en papel<sup>20</sup>.

Los PEAT se obtienen estimulando la vía auditiva; mediante unos cascos, se aplican ruidos en forma de «clik, clik» de 100 decibelios y en un número total de 1.000-2.000 estímulos en cada oído. El estímulo recorre la vía auditiva desde el VIII par craneal hasta la corteza cerebral auditiva registrándose la actividad eléctrica evocada en los 10 primeros milisegundos y generándose en este recorrido siete ondas denominadas con números romanos que se corresponden con diferentes estructuras neurológicas de la vía auditiva. En situación de ME desaparecen todas las respuestas evocadas de origen encefálico, persistiendo únicamente las generadas a nivel extracraneal.

Los PES se obtienen aplicando estímulos eléctricos repetitivos sobre distintos nervios (mediano, peroneal o tibial posterior). Se estudian los potenciales evocados generados en los diferentes niveles de la vía sensitiva (nervio periférico, raíz espinal, columna posterior de la médula, lemnisco medio, tálamo contralateral y corteza sensitiva del lóbulo parietal contralateral). Para el diagnóstico de SE ME utilizan los PES del nervio mediano; en esta

situación sólo persisten las ondas generadas en el plexobraquial y médula espinal, desapareciendo las ondas generadas a nivel intracraneal<sup>20</sup>.

Entre las ventajas de los PE hay que destacar que es una técnica no invasiva que se puede realizar a «pié de cama», permitiendo monitorizar al paciente y ver su evolución clínica. Salvo casos muy excepcionales los PE no son abolidos por fármacos depresores del SNC.

## **2.5 Doppler Transcraneal (DTC)**

Para el estudio de la circulación cerebral se emplea un flujómetro bidireccional basado en el principio Doppler que emite señales pulsadas de 2 Mhz de frecuencia a través de un cristal piezoeléctrico. Estas señales, son reflejadas por la sangre (hematíes) de las arterias cerebrales y determinan un cambio en la frecuencia de acuerdo a la velocidad de flujo. Las modificaciones de la frecuencia son recogidas y procesadas por un analizador espectral, generando una curva de morfología típica llamada sonograma<sup>16</sup>.

La sonda del DTC, provista de emisor-receptor posee una baja frecuencia de 2 Mhz y una potencia elevada de unos 350 mW lo que permite atravesar la barrera ósea del cráneo en áreas donde el hueso es más delgado; a estas zonas de máxima sonolucencia se les denominan ventanas óseas. El DTC no mide el flujo sanguíneo cerebral (FSC) global ni regional; lo que se estudia en el DTC es la velocidad del flujo sanguíneo de las arterias intracraneales.

Para el estudio de la circulación intracraneal se utilizan tres ventanas:

**a) Ventana temporal:** situada por encima del arco cigomático, a nivel de la escama del temporal entre la órbita y el pabellón auricular. A través de esta ventana se puede explorar toda la circulación anterior<sup>16</sup>. Arteria cerebral media (ACM), carótida interna supraclinoidea (ACI), cerebral anterior (ACA), comunicante anterior, cerebral posterior (ACP), comunicante posterior.

**b) Ventana orbitaria:** a través de la órbita se puede sonorizar la arteria oftálmica y el sifón carotídeo.

**c) Ventana occipital:** situada en la zona media de la nuca y a través del foramen magnum, se puede explorar la circulación posterior que incluye las arterias vertebrales (AV). La identificación de las arterias sonorizadas se basa en tres criterios: profundidad a la que se obtiene el sonograma, dirección anterógrada o retrógrada del flujo sonorizado y respuestas hemodinámicas obtenidas a la compresión en el cuello de la ACI homolateral y contralateral.

En el estudio de las arterias intracraneales se valoran datos cualitativos, como la morfología del sonograma y datos cuantitativos: pico de velocidad sistólica (VS), velocidad diastólica final (VD), la amplitud pulsátil del flujo o velocidad media (VM), el Índice de Pulsatilidad de Gosling (IP) y el Índice de Resistencia de Pourcelot (IR); Estos dos últimos se correlacionan bien con el estado de las resistencias cerebrovasculares distales. En condiciones normales la VM de las diferentes arterias intracraneales varía con la edad, el sexo, los niveles de PaCO<sub>2</sub> y las demandas metabólicas cerebrales, existiendo unas tablas con valores de referencia obtenidas en estudios realizados con voluntarios sanos<sup>16</sup>.

## **2.6 DTC y Diagnóstico de Muerte Encefálica**

Cuando en un paciente con lesión intracraneal existe un aumento incontrolado de la presión intracraneal (PIC) y paralelamente la presión de perfusión cerebral va disminuyendo, se produce progresivamente un cese de FSC o parada circulatoria cerebral que provoca la ME. En este proceso se pueden distinguir cuatro etapas:

- La PIC supera a la tensión arterial diastólica (TAD) y la velocidad al final de la diástole es cero pero persiste el flujo durante la sístole. Esta primera etapa no se corresponde todavía con una parada circulatoria.
- Sonograma con flujo reverberante, flujo oscilante bifásico o patrón de flujo diastólico invertido.
- Espigas o espículas sistólicas, se registran únicamente pequeñas ondas sistólicas anterógradas, cortas, puntiagudas y sin obtenerse flujo durante el resto de la sístole ni en la diástole (las espigas sistólicas tienen menos de 200 ms de duración y una velocidad de pico sistólico inferior a 50 cm/s).

- Ausencia de sonograma: no se detecta señal de flujo alguna en el DTC. Esta situación aparece en casos muy evolucionados de ME. Para aceptarlo como válido debe ser confirmado por el mismo explorador que previamente haya observado presencia de flujo<sup>6</sup>.

Para el diagnóstico de la parada circulatoria cerebral en la ME, se recomienda realizar dos exploraciones Doppler separadas al menos de un intervalo de 30 minutos, utilizar el equipo adecuado y que el explorador sea experto en la técnica. Entre las ventajas del DTC hay que destacar que es una técnica no invasiva que se puede realizar «a pie de cama» permitiendo un control evolutivo del paciente y que no tiene interferencia con fármacos depresores del SNC.

Por otra parte sus inconvenientes más importantes son: la «mala ventana sónica que impide el paso de los ultrasonidos hasta en un 10% de la población, que explora sólo la circulación a nivel de las grandes arterias de la base del cráneo valorando situaciones hemodinámicas temporales, y que en los pacientes críticos existe gran dificultad para explorar la circulación de la fosa posterior.

Aunque es una técnica con un altísimo grado de sensibilidad y especificidad se han descrito en pacientes portadores de drenaje ventricular o con craneotomía descompresiva donde a pesar de cumplir todos los criterios clínicos de ME, persistía algún tipo de flujo en las arterias intracraneales.

Por otra parte, en pacientes con episodios de sangrado por rotura de un aneurisma cerebral y con aumentos muy bruscos de la PIC por otras causas se han visto patrones muy similares aunque no idénticos a los encontrados en la ME pero siempre de forma transitoria y que pueden modificarse tras intervenciones terapéuticas<sup>18</sup>.

A pesar de las indudables ventajas del DTC para evaluar la circulación intracraneal en los pacientes sometidos a tratamiento con fármacos depresores del SNC, una Task Force de Neurosonología (World Federation of Neurology) integrada por expertos internacionales y creada para elaborar las recomendaciones diagnósticas de ME mediante DTC, exige como condiciones previas a la evaluación del Doppler, conocer la causa del coma, que esta sea de suficiente gravedad para justificar el daño permanente cerebral, descartar intoxicaciones, hipotermia, hipotensión y graves alteraciones metabólicas.

Si estos prerequisites se cumplen y los hallazgos del DTC presentan los patrones de parada circulatoria cerebral previamente comentados en dos exámenes separados por un intervalo de 30 minutos el paciente puede ser declarado muerto sin necesidad de esperar más tiempo de observación.

La exigencia previa de todos los prerequisites mencionados parece excesivamente estricta, puesto que en esos casos no sería necesario y uno se podría plantear para que realizar un DTC pero, indudablemente en dichas recomendaciones ha pesado la filosofía de «máxima prudencia» y comentan que la declaración de muerte encefálica en casos de extracción de órganos para trasplante es una decisión de responsabilidad personal y que debe ser el médico encargado quien decida si se debe aplicar un método diagnóstico instrumental.

## **2.7 Arteriografía cerebral**

La arteriografía cerebral, ha sido la prueba diagnóstica clásica para demostrar la ausencia de flujo sanguíneo cerebral y diagnosticar la muerte encefálica, siendo considerada en muchas ocasiones como el «patrón oro»<sup>21</sup>.

Además de la clásica arteriografía de cuatro vasos con cateterización selectiva de las dos arterias carótidas internas y las dos arterias vertebrales, se puede realizar la arteriografía cerebral de troncos supra-aórticos.

En esta técnica, la punta del catéter se deja alojada a nivel de la aorta ascendente, lugar donde se inyecta el contraste, evitando de este modo provocar cambios artificiales en las presiones intraarteriales que puedan modificar las condiciones reales del flujo sanguíneo cerebral<sup>21</sup>.

Las exposiciones realizadas antes y después de la administración de medios de contraste se restan instantáneamente «píxel a píxel». La manipulación de los datos permite una intensificación de las pequeñas diferencias de sombreado así como una ampliación de áreas concretas de estudio<sup>2</sup>.

## **2.8 Angio-TAC helicoidal**

Recientemente, algunos autores realizan el diagnóstico de ME mediante angio-TAC espiral o helicoidal. Inicialmente obtienen imágenes craneales desde C1-C2 hasta vertex cada 10 mm, posteriormente y mediante un inyector automático, administran 120 ml de contraste no iónico en una vena antecubital a una velocidad de 3 ml/s; una vez inyectado el contraste, obtienen nuevamente imágenes cerebrales a los 20 segundos para el estudio de la fase arterial y a los 54 segundos para el estudio de la fase venosa cerebral.

El diagnóstico de ME se realiza mediante la confirmación de ausencia de contraste en arteria basilar, pericallosas, arterias terminales del córtex, venas profundas y senos sagital superior y seno recto junto con una visibilidad realizada de la vena oftálmica superior. Aunque son pocos los pacientes estudiados, los autores concluyen que el angioTAC helicoidal en dos fases puede demostrar el cese de flujo sanguíneo cerebral y la parada circulatoria cerebral que acompaña a la ME, de igual forma que hasta ahora se hacía por arteriografía convencional, siendo esta técnica más barata, menos invasiva y con la ventaja de que se puede realizar en menos tiempo<sup>1</sup>.

## **2.9 Angiogammagrafía cerebral con Tc99-HMPAO**

El diagnóstico de estos radiofármacos es utilizado mayoritariamente en la actualidad por su costo y disponibilidad. Entre las características de estos trazadores hay que destacar que atraviesan la BHE intacta de forma proporcional al flujo sanguíneo regional y que son altamente liposolubles presentando una intensa captación cerebral. Posteriormente a su captación cerebral, sufren cambios en el pH, que los convierten en moléculas no lipofílicas por lo que muestran una prolongada retención cerebral sin sufrir una metabolización significativa.

La angiogammagrafía cerebral es una técnica con sensibilidad y especificidad del 100%, no tiene interferencia con fármacos depresores del SNC y es poco invasiva pero es una técnica de uso limitado ya que no está disponible las 24 horas del día ni se puede realizar en todos los hospitales<sup>30</sup>.

Técnica



- Se realiza un control de calidad in vitro para comprobar que el radiofármaco utilizado, tiene al menos, un 85% de formas lipofílicas y garantizar la calidad de las imágenes obtenidas.
- A través de un catéter venoso central se inyecta el Tc99-HMPAO, utilizando una dosis de 20 mCi en adultos y al menos 5 mCi en niños.
- Fase angiogramagráfica: Se realiza en proyección anterior, obteniendo una imagen por segundo durante el primer minuto postinyección. En esta fase inicial de angiograma isotópico, se estudia el FSC observándose actividad en ambas arterias carótidas que van progresando hacia la base del cráneo, polígono de Willis y finalmente arterias cerebrales medias y anteriores.
- A los cinco minutos de la fase anterior y en proyección anterior, lateral derecha e izquierda se obtienen las imágenes llamadas estáticas o planares.

El diagnóstico de ME se realiza en base a dos criterios:

1. Ausencia de perfusión a través de las arterias carótidas internas durante la fase angiogramagráfica.
2. Ausencia completa de captación del radiotrazador en los hemisferios cerebrales y en la fosa posterior, conociéndose esta imagen como el signo del «cráneo hueco»

La angiogramagrafia cerebral es una técnica con sensibilidad y especificidad del 100%, no tiene interferencia con fármacos depresores del SNC y es poco invasiva pero es una técnica de uso limitado ya que no está disponible las 24 horas del día ni se puede realizar en todos los hospitales; además presenta los inconvenientes propios de tener que trasladar fuera de la UCI a un paciente crítico con ventilación mecánica<sup>20</sup>

### **III. OBJETIVOS**

#### **Objetivo General**

Evaluar la utilidad clínica del doppler transcraneal en pacientes con criterios clínicos de muerte encefálica de la Unidad de Cuidados Intensivos y Unidad de Cuidados Intermedios del Hospital Roosevelt en los meses de enero a octubre de 2014.

#### **Objetivos Específicos**

Determinar la sensibilidad del doppler transcraneal en pacientes con muerte encefálica.

Determinar la especificidad del doppler transcraneal en pacientes con muerte encefálica.

Calcular el valor predictivo positivo del doppler transcraneal en pacientes con muerte encefálica.

Calcular el valor predictivo negativo del doppler transcraneal en pacientes con muerte encefálica.

## **IV. MATERIAL Y METODOS**

### **4.1 Tipo de estudio**

Casos y Controles ya que se determinó la sensibilidad y especificidad del doppler transcraneal a pacientes con criterios clínicos de muerte encefálica basados en valores predictivos positivos y negativos observados en la población involucrada del departamento de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Roosevelt de enero a octubre de 2014.

### **4.2. Población:**

Se tomó en cuenta todos los pacientes ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos y Unidad de Cuidados Intermedios del Hospital Roosevelt que se les realizó doppler transcraneal.

### **4.3 Muestra**

Total de pacientes ingresados en Unidad de Cuidados Intensivos y Unidad de Cuidados Intermedios del Hospital Roosevelt con criterios clínicos de muerte encefálica (según la Academia Americana de Neurología 2010).

### **4.4 Criterios de inclusión y exclusión:**

#### **4.4.1 Caso:**

- a. Criterios clínicos de muerte encefálica según la Academia Americana de Neurología 2010 (ver anexo #2).
- b. Edad mayor de 12 años.
- c. Sexo: ambos.
- d. Posibilidad de acceder a las ventanas óseas para la detección adecuada de espectros de flujo (pacientes sin edema de tejidos blandos, pérdidas óseas importantes).
- e. Pacientes con patologías de base: trauma craneoencefálico, accidente cerebrovascular isquémicos y hemorrágicos, ruptura de aneurismas, malformaciones arteriovenosas, tumores intra-axiales y hemorragia subaracnoidea.

f. Lesiones asociadas (fracturas cervicales)

#### **4.4.2 Control**

Que cumplan los criterios del inciso b al g de la definición de caso.

## 4.5 Definición y Operacionalización de las variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de Variable	Escala de Medida	Unidad de Medición
Sensibilidad	Es la probabilidad de clasificar correctamente a un individuo enfermo, es decir, la probabilidad de que para un sujeto enfermo se obtenga en la prueba un resultado positivo.	$Sensibilidad = \frac{VP}{VP + FN}$	Cuantitativa	Razón	Porcentaje.
Especificidad	Es la probabilidad de clasificar correctamente a un individuo sano, es decir, la probabilidad de que para un sujeto sano se obtenga un resultado negativo.	$Especificidad = \frac{VN}{VN + FP}$	Cuantitativa	Razón	Porcentaje
Valor Predictivo Positivo	Probabilidad de tener la enfermedad si el resultado de la prueba diagnóstica es positivo	$VPP = \frac{VP}{VP + FP}$	Cuantitativa	Razón	Porcentaje
Valor Predictivo Negativo	Es la probabilidad de que un sujeto con un resultado negativo en la prueba esté realmente sano	$VPN = \frac{VN}{FN + VN}$	Cuantitativa	Razón	Porcentaje
Doppler Transcraeal	Técnica diagnóstica no invasiva realizada a los pacientes con patología neurológica que permite la medición de la velocidad del flujo sanguíneo cerebral.	Ventanas(transtemporal, transorbitaria, submandibular y suboccipital) Índice de resistencia Velocidad de flujo Evaluación de la circulación	Cuantitativa	Razón	Tipo de ventana  Cm/seg Cm/seg Arterias
Muerte encefálica	Cese completo e irreversible de la actividad cerebral o encefálica.	Criterios de muerte encefálica según Academia Americana de Neurología 2010	Cualitativa	Nominal	Si/No
Edad	Tiempo que ha transcurrido desde el nacimiento de un ser vivo.	Pacientes mayores de 12 años	Cuantitativa	Razón	Años
Sexo	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo.	Femenino/Masculino	Cualitativa	Nominal	Femenino/Masculino
Patologías de base	Dícese del síntoma o de la enfermedad que ocurre durante el mismo tiempo que otra.	Trauma craneoencefálico  Accidente cerebro vascular  Hemorragia subaracnoidea  Tumores intra-axiales  Malformaciones arteriovenosas	Cualitativa	Ordinal  Nominal  Nominal  Nominal	Grado  Isquémico/Hemorragico  Si/No  Si/No  Tipo

#### **4.6 Selección de los sujetos**

1. Los pacientes fueron evaluados según los criterios de muerte encefálica de la Academia Americana de Neurología 2010 (ver anexo 2) por médicos residentes de medicina interna y cirugía, quienes solicitaron al Departamento de Diagnóstico por Imágenes la realización de ultrasonido doppler.

2. El paciente fue trasladado en camilla, bajo ventilación manual por médico externo o médico residente hacia el servicio de ultrasonido, donde se realizó el estudio utilizando el Sistema de Ultrasonido Siemens Elegra con transductor sectorial de 2 Mhz. Se colocó al paciente en posición decúbito supino para evaluar primero la ventana transtemporal ubicada en el borde temporal sobre la base superior del arco zigomático por delante y algo por encima de trago.

Se evaluó el Segmento M1 y M2 de la arteria cerebral media (ACM), Arteria cerebral anterior (ACA), Arteria comunicante anterior (si se encuentra permeable) y Sifón carotídeo. Luego se realizó una leve angulación anterior del transductor como referencia para localizar el resto de vasculatura.

3. Posteriormente se evaluó la ventana transorbitaria a través de esta ventana es posible explorar: Arteria oftálmica y Sifón carotídeo, dicha exploración se realizó con el ojo cerrado, el parpado relajado y se indica al paciente que oriente la mirada hacia los pies, utilizando transductor de 2 MHz sobre el globo ocular, en dirección occipital y posteriormente buscar en dirección medial.

4. Así mismo se evaluó la ventana submandibular, ya que esta ventana brinda la posibilidad de explorar la porción retromandibular de la ACI colocando el transductor de 2 Mhz en el ángulo de la mandíbula a nivel del músculo esternocleidomastoideo en dirección medial con una ligera inclinación cefálica se logra distinguir la ACI.

5. Luego se valoró la ventana suboccipital con el paciente sentado con la cabeza ligeramente flexionada hacia delante, utilizando los puntos de referencia como la protuberancia occipital, las mastoides y la apófisis espinosa del atlas, colocando el transductor en la línea media por debajo de la protuberancia occipital dirigiendo el haz de ultrasonido hacia la nariz, iniciando el estudio a una profundidad de 55 mm angulado

lateralmente la sonda hasta localizar un flujo de baja impedancia que corresponde a una de las arterias vertebrales, aumentando la profundidad hasta 70-80 mm y moviendo el transductor medialmente con ligeros cambios en la angulación se llega a la confluencia de las arterias vertebrales.

6. Posteriormente los datos obtenidos de espectro de flujo, índice de resistencia y la velocidad de flujo fueron llenados en la boleta de recolección de datos para su posterior análisis.

#### **4.7 Instrumentos para la recolección de datos**

Para la recolección de datos se utilizó una boleta elaborada por el investigador describiendo datos generales, información clínica e información por imágenes (ver anexo 1).

#### **4.8 Plan de análisis estadístico**

Los datos obtenidos en la boleta de recolección de datos fueron tabulados en el programa de computo Excel, haciendo uso de tablas de frecuencias simples, posteriormente dichos datos fueron tabulados en tablas de 2x2 y analizados utilizando el programa EpiInfo 7.

#### **4.9 Procedimiento para garantizar los aspectos éticos de la investigación**

Todo el estudio fue enfocado al diagnóstico del paciente, no se utilizaron nuevas técnicas o un grupo control por lo que a todos los pacientes se les trató igual o realizó las mismas pruebas clínicas. Por lo que se cumplió con el principio de “Primeramente no hacer daño” ya que el único objetivo fue el de contribuir al diagnóstico del paciente.

## V. RESULTADOS

La muerte encefálica se define como el cese irreversible en las funciones de todas las estructuras neurológicas intracraneales, tanto de los hemisferios cerebrales como del tronco encefálico.

El diagnóstico de muerte encefálica es clínico, sin embargo existen condiciones donde la exploración neurológica integral y certera resulta imposible, siendo el caso de intoxicaciones por sedantes, trastornos metabólicos severos, hipotermia, traumatismos faciales u oculares severos. En todas estas circunstancias el médico se ve obligado a recurrir a métodos de apoyo tecnológicos para establecer el diagnóstico de muerte encefálica; por lo tanto los métodos diagnósticos por imágenes tienen el objetivo de confirmar dicho diagnóstico.

El estudio tuvo como objetivos establecer la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo del doppler transcraneal en pacientes con criterios clínicos de muerte encefálica.

A continuación se presentan los resultados de los pacientes que conformaron la muestra observada en los pacientes ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos y Unidad de Cuidados Intermedios del Hospital Roosevelt en los meses de enero a octubre del año 2014.

Evaluando los valores obtenidos sobre la muerte encefálica en pacientes ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos e Intermedios del Hospital Roosevelt, el valor predictivo positivo calculado fue de 95% y el valor predictivo negativo de 0% significó que el 95% de los pacientes ingresados por muerte encefálica finalmente se confirmó diagnóstico, mientras que el 0% de los no diagnosticados con muerte encefálica efectivamente se encontraron sanos.



**Tabla No 1**  
**Resumen de Resultados**

<b>Validación de Doppler Transcraneal</b>			
<b>Criterios clínicos de muerte cerebral</b>			
	<b>Positivo</b>	<b>Negativo</b>	<b>Total</b>
<b>Doppler cerebral Positivo</b>	18	0	18
<b>Doppler cerebral negativo</b>	2	5	7
	20	5	25
<b>Sensibilidad</b>	0.90		
<b>Especificidad</b>	1.00		
<b>Probabilidad pretest en la población</b>	0.72		
<b>VPP</b>	1.00		
<b>VPN</b>	0.71		
<b>Índice Jouden</b>	0.9	Excelente Concordancia	

**Tabla No 2**

**Utilidad Clínica del Doppler Transcraneal en Pacientes con Criterios Clínicos de Muerte encefálica.**

**Sensibilidad**

<b>Doppler Transcraneal</b>	<b>Enfermo</b>	<b>Sano</b>	<b>Total</b>
<b>Positivo</b>	18	0	18
<b>Negativo</b>	2	5	7
<b>Total</b>	20	5	25

Fuente: Boleta de Recolección de datos.

Sensibilidad=  $VP/VP+FN$

Donde:

VP = Verdadero Positivo (18)

FN = Falso Negativo (2)

La sensibilidad calculada fue de 90%  $[(18/20) \times 100]$ .

**Tabla No 3**

**Utilidad Clínica del Doppler Transcraneal en Pacientes con Criterios Clínicos de Muerte encefálica.**

**Especificidad**

<b>Doppler Transcraneal</b>	<b>Enfermo</b>	<b>Sano</b>	<b>Total</b>
<b>Positivo</b>	18	0	18
<b>Negativo</b>	2	5	7
<b>Total</b>	20	5	25

Fuente: Boleta de Recolección de datos

Especificidad=VN/VN+FP

Donde:

VN = Verdadero Negativo (5)

FP = Falso Positivo (0)

La especificidad calculada fue de 100% [(5/(5+0) x 100)].

**Tabla No 4**

**Utilidad Clínica del Doppler Transcraneal en Pacientes con Criterios Clínicos de Muerte encefálica.**

**Valor Predictivo Positivo**

<b>Doppler Transcraneal</b>	<b>Enfermo</b>	<b>Sano</b>	<b>Total</b>
<b>Positivo</b>	18	0	18
<b>Negativo</b>	2	5	7
<b>Total</b>	20	5	25

Fuente: Boleta de Recolección de datos.

Valor predictivo positivo=  $VP/VP+FP$

Donde:

VP = Verdadero Positivo (18)

FP = Falso Positivo (0)

El valor predictivo positivo en este caso fue del 100%  $[(18/(18+0) \times 100)]$ .

**Tabla No 5**

**Utilidad Clínica del Doppler Transcraneal en Pacientes con Criterios Clínicos de Muerte encefálica.**

**Valor Predictivo Negativo**

<b>Doppler Transcraneal</b>	<b>Enfermo</b>	<b>Sano</b>	<b>Total</b>
<b>Positivo</b>	18	0	18
<b>Negativo</b>	2	5	7
<b>Total</b>	20	5	25

Fuente: Boleta de Recolección de datos.

Valor predictivo negativo=  $VN/FN/VN$

Donde:

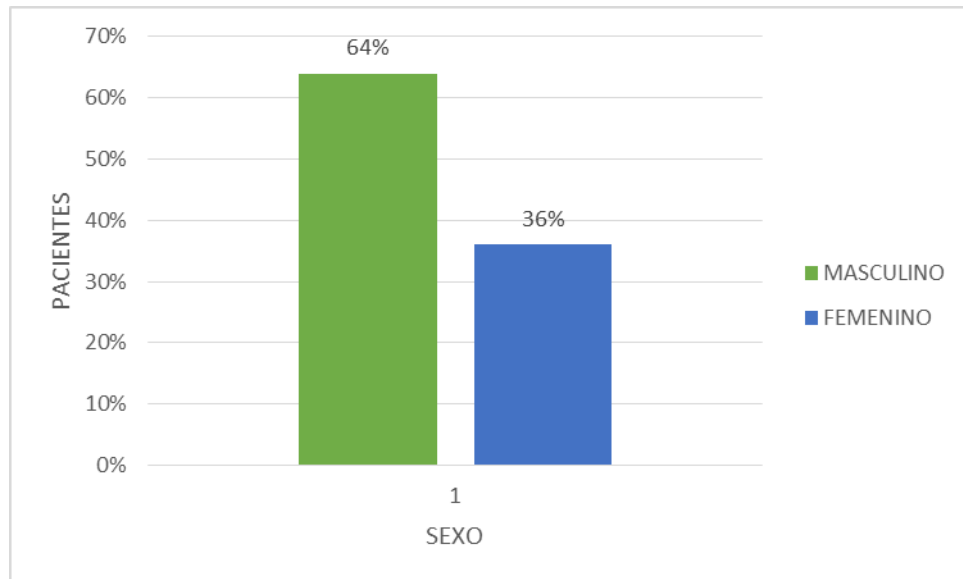
VN = Verdadero Negativo (5)

FP = Falso Negativo (2)

El valor predictivo negativo del 71% [ $(5/(2+5) \times 100)$ ].

**Gráfica No 1.**

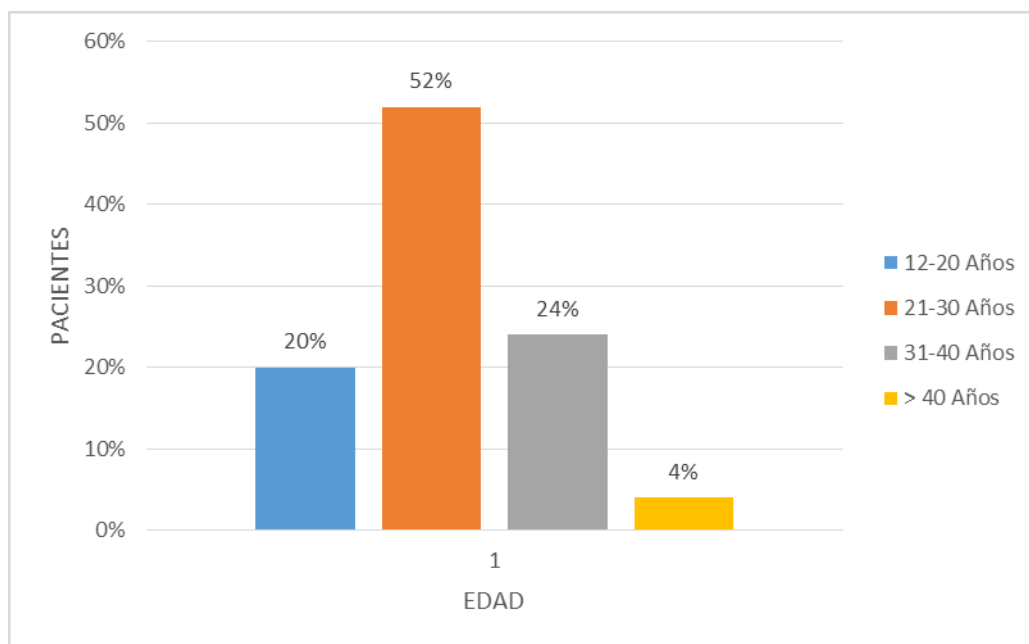
**Distribución de Sexo de Pacientes con Criterios Clínicos de Muerte encefálica.**



Fuente: Boleta de Recolección de datos.

## Gráfica No 2

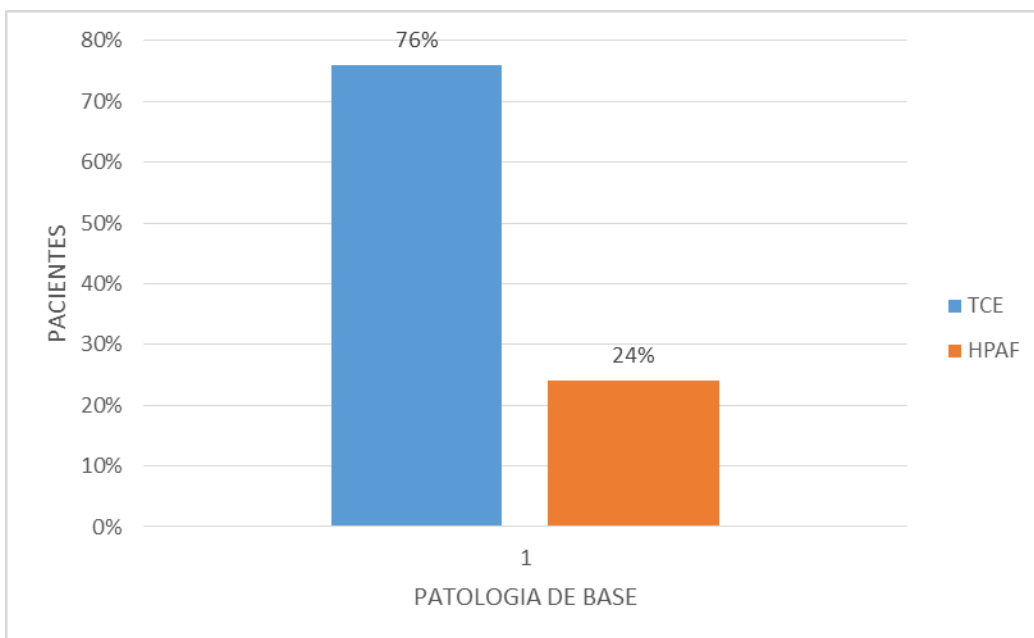
Distribución de Edad de Pacientes con Criterios Clínicos de Muerte encefálica.



Fuente: Boleta de Recolección de datos.

### Gráfica No 3

Patologías de base en pacientes con Criterios Clínicos de Muerte encefálica.

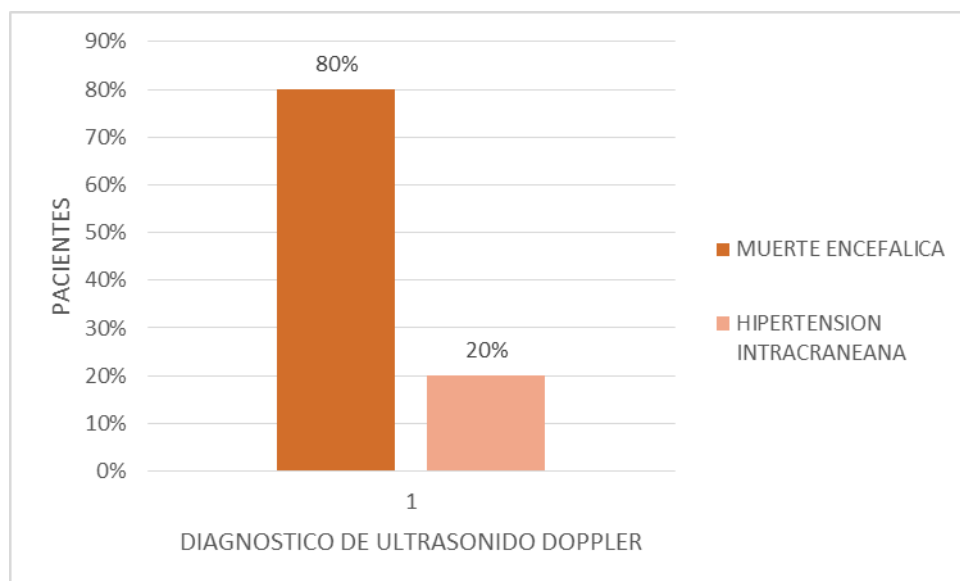


Fuente: Boleta de Recolección de datos



#### Gráfica No 4

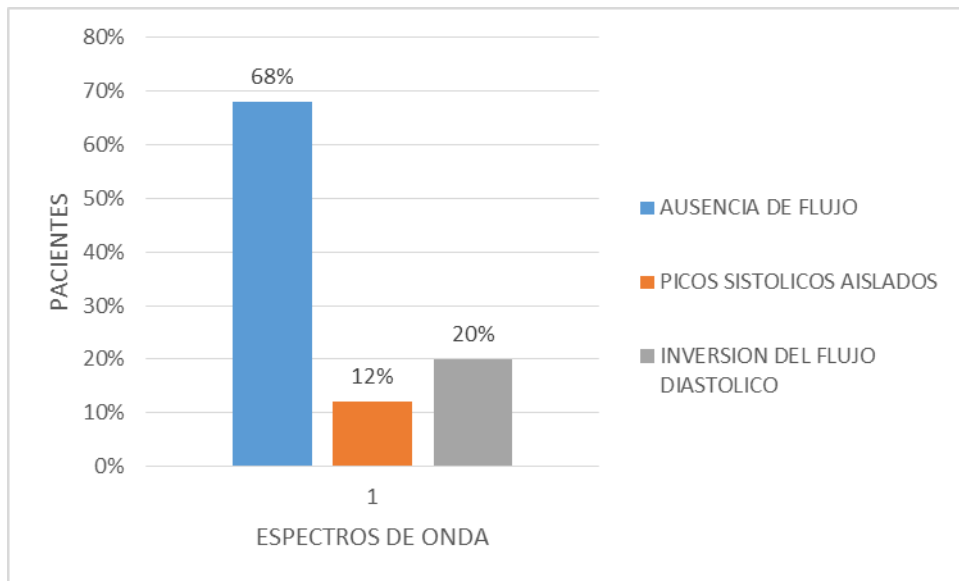
**Diagnóstico del Ultrasonido Doppler Transcraneal en Pacientes con Criterios Clínicos de Muerte Encefálica.**



Fuente: Boleta de Recolección de datos

### Gráfica No 5

**Tipos de Ondas Espectrales del doppler Transcraneal en Pacientes con Criterios Clínicos de Muerte Encefálica.**



Fuente: Boleta de Recolección de datos

## VI. DISCUSIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS

Se construyó una matriz como se muestra en el cuadro 1, para estimar la sensibilidad como la proporción de pacientes enfermos que obtuvieron un resultado positivo en la prueba diagnóstica. Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Sensibilidad} = \frac{VP}{VP+FN}$$

Donde:

VP = Verdadero Positivo (18)

FN = Falso Negativo (2)

La sensibilidad calculada para detectar muerte encefálica en una muestra de 25 pacientes fue de 90%  $[(18/20) \times 100]$ . Por lo que se interpretó que el diagnóstico fue correcto en el 90% de los casos. Esto indica claramente la necesidad de utilizar dispositivos sensibles, como el doppler transcraneal, para poder establecer el diagnóstico de forma precisa.

Se puede definir la especificidad como la capacidad para detectar a los sanos. A partir del cuadro 2 la especificidad se define utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Especificidad} = \frac{VN}{VN+FP}$$

Donde:

VN = Verdadero Negativo (5)

FP = Falso Positivo (0)

La especificidad calculada para detectar muerte encefálica en una muestra de 25 pacientes fue de 100%  $[(5/(5+0)) \times 100]$ . Por lo que se interpretó que el diagnóstico fue correcto en el 100% de los casos. Esto indica con claridad la necesidad de utilizar dispositivos sensibles, como el doppler transcraneal, para poder establecer el diagnóstico de forma precisa.

El valor predictivo positivo es la probabilidad de padecer la enfermedad si se obtiene un resultado positivo en la prueba diagnóstica. El valor predictivo positivo puede estimarse, por tanto, a partir de la proporción de pacientes con un resultado positivo en la prueba que finalmente resultaron estar enfermos. La lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Valor predictivo positivo} = \frac{VP}{VP+FP}$$

Donde:

VP = Verdadero Positivo (18)

FP = Falso Positivo (0)

El valor predictivo negativo en una muestra de 25 pacientes fue del 71%  $[(5/(2+5) \times 100)]$ .

El valor predictivo negativo es la probabilidad de que un sujeto con un resultado negativo en la prueba esté realmente sano. Se estima dividiendo el número de verdaderos negativos entre el total de pacientes con un resultado negativo en la prueba. La fórmula utilizada fue la siguiente:

Valor predictivo negativo =  $VN/(FN+VN)$

Donde:

VN = Verdadero Negativo (5)

FN = Falso Negativo (2)

El valor predictivo positivo en este caso fue del 100%  $[(18/(18+0) \times 100)]$  y lo que significó que el 100% de los pacientes con muerte encefálica.

El 64% de los pacientes estudiados fue de sexo masculino y el 36% del sexo femenino; siendo la edad más frecuente de los 21-30 años en un 52%, esto puede ser debido que corresponden a la población laboral activa, por lo tanto es la más expuesta a sufrir algún tipo de accidente. Las patologías de base más frecuentes fueron el trauma craneoencefálico en un 76% y el 24% herida por arma de fuego.

Del 100% de los pacientes con criterios clínicos de muerte encefálica se confirmó el diagnóstico por doppler transcraneal en un 80% y el 20% presentaron hipertensión intracraneana, esto puede ser debido a que el examen clínico para el diagnóstico de muerte encefálica puede ser alterado en el caso de intoxicaciones por sedantes, trastornos metabólicos severos, hipotermia, traumatismos faciales u oculares. Las ondas espectrales más frecuente encontradas fue ausencia de flujo en el 68% seguido de inversión del flujo diastólico en un 20% y 12% presentaron picos sistólicos aislados.

Evaluando los valores obtenidos sobre la muerte encefálica en pacientes ingresados en la clínica de cuidados intensivos e intermedios del Hospital Roosevelt, el valor predictivo positivo calculado fue de 95% y el valor predictivo negativo de 0% significó que el 95% de los pacientes ingresados por muerte encefálica finalmente se confirmó diagnóstico, mientras que el 0% de los no diagnosticados con muerte encefálica efectivamente se

encontraron sanos. Lo anterior coincide con los resultados obtenidos en otros estudios realizados como se indica a continuación de la manera siguiente:

Según Quesnel en el año 2007 la utilidad del Doppler transcraneal como técnica de exploración es de bajo costo y que se puede realizar al borde de la cama de los pacientes, recomendando su utilización en el diagnóstico de oclusiones vasculares cerebrales agudas, hipertensión intracraneana y en el diagnóstico y seguimiento del vasoespasmo por hemorragia subaracnoidea, entre otras patologías.

En algunas publicaciones de Mointerio en el año 2013 menciona la alta sensibilidad y especificidad del doppler transcraneal para el diagnóstico del paro circulatorio cerebral comparado con angiografía.

La utilidad del Doppler transcraneal para confirmar el diagnóstico de muerte cerebral, realizado en el departamento de Anestesiología y Unidad de cuidados intensivos en Turquía realizado en 2004, mostró una sensibilidad y especificidad del 70,5 y 97,4% respectivamente para la confirmación de la muerte cerebral.

Las observaciones obtenidas en el departamento de cuidados intensivos de pediatría de Utrech en los Países Bajos, confirman la utilidad del Doppler transcraneal, debido a que en el año 2006 se obtuvo una sensibilidad del 95% y especificidad del 99% para detectar la muerte cerebral.

La clínica Alemana de Santiago de Chile realizó un estudio entre los años 2004-2008 con base a la utilidad del doppler transcraneal para el diagnóstico de muerte encefálica, determinando la sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivo y negativo, reportando los resultados siguientes 100, 96, 96,1 y 100%, respectivamente. Por lo que concluyeron que el doppler transcraneal es una técnica válida y útil para el diagnóstico de la muerte cerebral y se puede utilizar en los casos complicados.

En la clínica de cuidados intensivos en el Instituto de Anestesiología y Cuidados Intensivos, Hospital Spedali Civili Universidad de Brescia, Piazzale Spedali Civili, Brescia, Italia 2008, concluyó que el doppler transcraneal es una herramienta innovadora, flexible, accesible para la monitorización de cabecera del flujo cerebral estático y dinámico y la respuesta al tratamiento.

La experiencia clínica con Doppler transcraneal como prueba de confirmación de muerte cerebral en el Departamento de Anestesiología y Medicina del Dolor del Centro Médico Harborview, Universidad de Washington, Seattle, WA, EE.UU. 2011, mostró que es una prueba de confirmación de la muerte encefálica. El objetivo principal de este estudio retrospectivo fue evaluar la utilidad práctica del Doppler cuando el diagnóstico clínico no era factible debido a factores de confusión.

Por lo anteriormente descrito se determinó que efectividad del Doppler transcraneal representa una herramienta confiable y de bajo costo, importante para el diagnóstico y seguimiento de pacientes con enfermedades relacionadas con muerte cerebral que requieren un diagnóstico estricto y monitoreo del estado de la circulación cerebral y apoya el diagnóstico clínico de muerte encefálica.

## 6.1 CONCLUSIONES

6.1.1 Con base al doppler transcraneal, su utilización permitió realizar un diagnóstico pronto y efectivo en los pacientes ingresados de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Roosevelt.

6.1.2 Los resultados determinados de sensibilidad y especificidad fueron del 90 y 100% respectivamente, contribuyendo significativamente a la confirmación de muerte encefálica en pacientes enfermos y a la identificación de pacientes sanos en la unidad de cuidados intensivos de dicho centro de atención.

6.1.3 Los valores predictivos calculados indicaron que el 100% de la muestra de pacientes ingresados por muerte encefálica, finalmente confirmaron su diagnóstico utilizando el doppler transcraneal, lo que refleja su precisión con relación al número de casos evaluados.

6.1.4 La información analizada en el presente estudio determinó la funcionalidad del doppler transcraneal representando una alternativa confiable y de bajo costo para la confirmación de muerte encefálica en los pacientes ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos e Intermedios del Hospital Roosevelt.

6.1.5 Del 100% de los pacientes con criterios clínicos de muerte encefálica se confirmó el diagnóstico por doppler transcraneal en un 80% y el 20% presentaron hipertensión intracraneana. Las ondas espectrales más frecuente encontradas fue ausencia de flujo en el 68% seguido de inversión del flujo diastólico en un 20% y 12% presentaron picos sistólicos aislados.

## 6.2 RECOMENDACIONES

6.2.1 Se recomienda la adopción del doppler transcraneal como por parte de los servicios de la Unidad de Imágenes del Hospital Roosevelt, debido a que su valor de sensibilidad y especificidad determinado en el presente estudio, representan la obtención de pruebas diagnósticas con precisión y confiabilidad sobre la confirmación de muerte encefálica en pacientes ingresados.

6.2.2 Se recomienda la utilización del doppler transcraneal a la Unidad de Cuidados Intensivos e Intermedios del Hospital Roosevelt debido a que sus valores predictivos calculados indican la realización de un diagnóstico correcto en pacientes relacionados con muerte encefálica.

6.2.3 Se considera de suma importancia que el equipo de trabajo que brinda asistencia en la Unidad de Cuidados Intensivos e Intermedios del Hospital Roosevelt valore profesionalmente los resultados obtenidos por el doppler transcraneal con relación a la confirmación de muerte encefálica, debido a que con esto tipo de tecnología ayuda a realizar diagnósticos con mayor efectividad, además de ofrecer una opción de menor costo en comparación con otras alternativas utilizadas.



## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Quesnel C, et al. Limitations of computed tomographic angiography in the diagnosis of brain death. Intensive Care[ en línea] Med 2007[accesado 25 junio 2013].
2. Qureshi AI, Kirmani JF, Xavier AR, Siddiqui AM. Computed tomographic angiography for diagnosis of brain death. Neurology 2004; 62: 652-3.
3. Wijdicks E. Clinical diagnosis and confirmatory testing of brain death in adults In: Brain Death: a clinical guide. Ed Eelco Wijdicks. Lippincott Williams & Wilkins 2004; p 61-90.
4. Olmos, U. et al Muerte Encefálica y Donación de Órganos en Pediatría[en línea] Hospital Pediátrico Docente “Juan Manuel Márquez” Habana Cuba: 2010. [accesado 23 junio 2013]. Disponible en: [www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/ucipediatria/muerte\\_encefalica.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/ucipediatria/muerte_encefalica.pdf)
5. Monteiro L. et al. Doppler transcraneal para confirmar la muerte cerebral: un meta-análisis [en línea] Departamento de Cuidados Intensivos Pediátrica, Centro Médico Universitario Utrecht, Utrecht, AB, Países Bajos: 2006 [accesado 22 junio 2013]. Disponible en: [http://cdn.intechopen.com/pdfs/27739/InTechTranscranial\\_doppler\\_as\\_an\\_confirmatory\\_test\\_in\\_brain\\_death.pdf](http://cdn.intechopen.com/pdfs/27739/InTechTranscranial_doppler_as_an_confirmatory_test_in_brain_death.pdf)
6. Fages E. et al. Utilidad clínica del Doppler transcraneal en el diagnóstico de muerte cerebral [en línea] Servicio de Neurología. Hospital Universitario La Fe Valencia España: 2004 [accesado el día 24 de junio 2013]. Disponible en : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025775304742554>
7. Lovrencic Huzjan-A. et al. Doppler transcraneal en la confirmación de la muerte cerebral en la práctica clínica [en línea] Departamento de la Universidad de Neurología del Hospital Universitario Sestre milosrdnice, Zagreb: 2011 [ accesado 23 junio 2013]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20414856>
8. Dosemeci L. et al. Utilidad del Doppler transcraneal para confirmar el diagnóstico de muerte cerebral: dos caras de la moneda [en línea] Departamento de Anestesiología y

UCI, Universidad Akdeniz, Antalya, Turquía: 2004 [accesado 22 junio 2013]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14724438>

9. Rasulo FA, De Peri E, Lavinio A. Doppler transcraneal en cuidados intensivos.[ en línea] Instituto de Anestesiología y Cuidados Intensivos, Hospital Spedali Civili Universidad de Brescia, Piazzale Spedali Civili, Brescia, Italia: 2008 [accesado 24 junio 2013]. Disponible en : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18289437>

10. Marinoni M, Alari F, V Mastronardi, Peris A, Innocenti P. La importancia de la vigilancia temprana TCD en las unidades de cuidados intensivos para la confirmación del diagnóstico de muerte cerebral [en línea] Departamento de Ciencias Neurológicas y de Psiquiatría de la Universidad de Florencia, Viale Morgagni, 85, 50134, Florencia, Italia: 2011. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Marinoni+M%2C+Alari+F%2C+V+Mastronardi%2C+Peris+A%2C+Innocenti>

11. Sharma D, Souter MJ, Moore AE, Lam AM. La experiencia clínica con Doppler transcraneal como prueba de confirmación de la muerte cerebral: un análisis retrospectivo [en línea] Departamento de Anestesiología y Medicina del Dolor del Centro Médico Harborview, Universidad de Washington, Seattle, WA, EE.UU: 2011. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20694525>

12. Mollaret P, Goulon M: Le coma dépassé. [en línea] Rev Neurol 101: 3-15, 1959.[accesado el 24 junio 2013]. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2652772/>

13. Mohammed M. Brain death criteria The neurological determination of death [en línea] From the Department of Pediatrics, King Abdul-Aziz University Hospital, Jeddah, Kingdom of Saudi Arabia: 2008 [accesado 25 junio 2013] disponible en: [http://pressfile.kau.edu.sa/Files/0002449/Researches/30766\\_Brain-death.pdf](http://pressfile.kau.edu.sa/Files/0002449/Researches/30766_Brain-death.pdf)

15. Segura T, Jiménez P, Jerez P, García F, Córcoles V. Prolonged clinical pattern of brain death in patients under barbiturate sedation: usefulness of transcranial Doppler [en línea]. Neurología 2004 [accesado el 25 de junio 2013] 17: 219-22. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11940411>

16. Krebs, Giyanani, Eisenberg. Doppler transcraneal. Doppler color. Editoriales Marban 2001.
17. Hoppe A. Muerte encefálica. Tratado de Neurología Clínica. Eds Nogales-Gaete J, Donoso A, Verdugo R. Sociedad de Neurología, Psiquiatría y Neurocirugía[en línea]. Editorial Universitaria S.A. 2005. [accesado el 25 junio 2013] p 57-65. Disponible en: [http://www.clinicalascondes.com/area-academica/pdf/MED\\_21\\_2/3\\_Muerte%20encefalica\\_Hoppe.pdf](http://www.clinicalascondes.com/area-academica/pdf/MED_21_2/3_Muerte%20encefalica_Hoppe.pdf)
18. Demchuk AM, Christou I, Wein TH, Felberg RA, Malkoff M, Grotta JC, et al. Accuracy and criteria for localizing arterial occlusion with transcranial Doppler. [ en línea] Neuroimaging [ accesado el 23 junio 2013] 2000 10: 1-12. Disponible en: <http://stroke.ahajournals.org/content/32/1/89.full.pdf>
19. Wijdicks EFM. The diagnosis of brain Death. [accesado el 24 junio 2013] N Engl J Med 2004 344:1215- 1221. Disponible en: <http://www.hcnet.usp.br/adm/dc/opo/artigos/Revissao%20da%20morte%20encefalica.pdf>
20. Brunser A. etal. Validez del Doppler transcraneal en el diagnóstico de muerte encefálica [en línea].Departamento de Medicina, Clínica Alemana de Santiago. Facultad de Medicina Clínica Alemana - Universidad del Desarrollo. Santiago, [accesado el 24 junio 2013] Chile. 2010. Disponible en : [www.scielo.cl/pdf/rmc/v138n4/art03.pdf](http://www.scielo.cl/pdf/rmc/v138n4/art03.pdf)
21. Lysakowski C, Walder B, Costanza M, Tramer M, Phil D. Transcranial Doppler Versus Angiography in Patients With Vasospasm due to a Ruptured Cerebral Aneurysm:[ en línea] A Systematic Review.[ accesado el 22 junio 2013] Stroke 2001: 32; 2292-8. Disponible en: [http://www.bjcancer.org/\\_Library/UserFiles/pdf/143.pdf](http://www.bjcancer.org/_Library/UserFiles/pdf/143.pdf)
22. Castro Aldana, Mayra Sofía, et al: Muerte cerebral [en línea] Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas [accesado el 23 de junio 2013] 2008;13(2):78-87. Disponible en: <http://www.redalyc.org/BuscadorTextoCompleto.oa?q=pulsion+de+muerte>
23. Dixon, Tara, et al: Lesiones cerebrales devastadoras: Asesoramiento y manejo [en línea] Parte 1: Revisión de muerte cerebral. [ accesado en 24 junio 2013] Western Journal of Emergency Medicine: (10), 1; 2009. Disponible en:

[http://cancer.stanford.edu/bone\\_marrow\\_transplant/documents/Guia%20Para%20Trasplante%20autologo.pdf](http://cancer.stanford.edu/bone_marrow_transplant/documents/Guia%20Para%20Trasplante%20autologo.pdf)

24. Molina-Martínez, F.J, et al: Muerte encefálica y donación de órganos [en línea] Revisión a la luz de la legislación actual. Revista de Neurología. [accesado el 25 de junio 2013] 2003;36 (8):7771-780. Disponible en:

[http://apps.elsevier.es/watermark/ctl\\_servlet?\\_f=10&pident\\_articulo=13059541&pident\\_usuario=0&pcontactid=&pident\\_revista=2&ty=100&accion=L&origen=zonadelectura&web=http://zl.elsevier.es&lan=es&fichero=2v122n11a13059541pdf001.pdf](http://apps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet?_f=10&pident_articulo=13059541&pident_usuario=0&pcontactid=&pident_revista=2&ty=100&accion=L&origen=zonadelectura&web=http://zl.elsevier.es&lan=es&fichero=2v122n11a13059541pdf001.pdf)

25. Hodelin, Ricardo. Muerte encefálica en defensa del criterio de Todo el encéfalo. Hospital Provincial Clínico Quirúrgico y Profesor de Bioética del Instituto Superior de Ciencias Médicas. Santiago de Cuba. [accesado 14 de noviembre de 2013] 2001. Disponible en: <http://www.aebioetica.org/revistas/2001/1/44/82.pdf>

26. Pita Fernández, S., Pértegas Díaz, S. Pruebas diagnósticas: Sensibilidad y Especificidad. Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña España. [accesado 13 de noviembre de 2013] 2003. Disponible en : [http://www.fisterra.com/mbe/investiga/pruebas\\_d](http://www.fisterra.com/mbe/investiga/pruebas_d)

27. Silva LC. Métodos estadísticos para la investigación epidemiológica. [accesado 13 noviembre de 2013] Seminario internacional. 2004. Disponible: <http://dxsp.sergas.es/ApliEdatos/Epidat/Ayuda/6Ayuda%20pruebas%20diagn%C3%B3sticas.pdf>

28. Lampl Y, Et al. Diagnosing brain death using the transcranial Doppler with a transorbital approach. Department of Neurology, The E. Wolfson Medical Center, Holon 58100, Israel [accesado el 14 de noviembre de 2013] Arch Neurol. 2002 Jan. Disponible en : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11790231>

29. Molnár C, et al. [The role of transcranial Doppler sonography in the diagnosis of brain death (a practical review)]. [accesado el 19 de noviembre 2013] Orv Hetil. 2006 Feb 26;147(8):357-62. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16579335>

30. Wijdicks, F, et al. Evidence-based guideline update: Determining brain death in adults Report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology [

accesado el 22 de noviembre 2013] Neurology June 8, 2010 vol. 74 no. 23 1911-1918.  
Disponible en: <http://www.neurology.org/content/74/23/1911.full>

31. Update: Determining Brain Death in Adults. American Academy of Neurology.  
[Accesado noviembre 2013] 2010; 74 1911-1918. Disponible  
en: <https://www.aan.com/guidelines/home/getguidelinecontent/432>.

**ANEXO No 1**

**BOLETA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**UTILIDAD CLÍNICA DEL DOPPLER TRANSCRANEAL EN PACIENTES  
CON CRITERIOS CLINICOS DE MUERTE ENCEFÁLICA**

**SECCION I - DATOS GENERALES**

Boleta No. \_\_\_\_\_

Edad \_\_\_\_\_

Número de rayos X \_\_\_\_\_ Número expediente médico \_\_\_\_\_

**SECCION II – INFORMACIÓN CLÍNICA**

- a. Paciente con criterios clínicos de muerte encefálica Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
- b. Patología de base \_\_\_\_\_

**SECCION III– METODO DE IMAGEN**

**VENTANA TRANSTEMPORAL**

- a. Índice de resistencia \_\_\_\_\_ Cm/seg
- b. Espectro de Flujo \_\_\_\_\_
- c. Velocidad de Flujo \_\_\_\_\_ Cm/seg

**VENTANTA TRANSORBITARIA**

- a. Índice de resistencia \_\_\_\_\_ Cm/seg
- b. Espectro de Flujo \_\_\_\_\_
- c. Velocidad de Flujo \_\_\_\_\_ Cm/seg

**VENTANA SUBMANDIBULAR**

- a. Índice de resistencia \_\_\_\_\_ Cm/seg
- b. Espectro de Flujo \_\_\_\_\_
- c. Velocidad de Flujo \_\_\_\_\_ Cm/seg

VENTANA SUBOCCIPITAL

- a. Índice de resistencia \_\_\_\_\_ Cm/seg
- b. Espectro de Flujo \_\_\_\_\_
- c. Velocidad de Flujo \_\_\_\_\_ Cm/seg

IMPRESIÓN DIAGNOSTICA \_\_\_\_\_

## ANEXO No 2

### CRITERIOS PARA DETERMINACION DE MUERTE ENCEFALICA

#### PRERREQUISITOS

- Coma irreversible y causa conocida
- Neuroimagen explica coma
- depresor del SNC efecto del fármaco ausente (examen toxicológico, si está indicado, si los barbitúricos dados, el nivel sérico <10 mg / mL)
- No hay evidencia de paráliticos residuales (estimulación eléctrica si paráliticos utilizados).
- Ausencia de ácido-base, electrolitos, alteraciones endocrino severo
- normotermia o hipotermia leve (temperatura central > 36 ° C)
- presión arterial sistólica  $\geq$  100 mm Hg
- No hay respiración espontánea

#### Examen (todos deben ser controladas)

- Los alumnos no reactivo a la luz brillante
- Ausencia del reflejo corneal
- oculocefálicos ausente reflex (probado sólo si la integridad de la C-espina asegurada)
- oculovestibular ausencia del reflejo
- Ningún movimiento facial a los estímulos nocivos en nervio supraorbital, la articulación temporomandibular
- Ausencia del reflejo de la mordaza
- Tos ausencia del reflejo de la aspiración traqueal



Ausencia de respuesta motora a los estímulos nocivos en las 4 extremidades (reflejos espinalmente mediados son permitidas)

Pruebas de apnea (todo debe ser comprobado)

El paciente está hemodinámicamente estable

Ventilador ajustado para proporcionar normocapnia (PaCO<sub>2</sub> 34-45 mm Hg)

Paciente preoxygenated con 100% FiO<sub>2</sub> durante > 10 minutos de PaO<sub>2</sub> > 200 mm Hg

El paciente bien oxigenada con una PEEP de 5 cm de agua

Proporcionar oxígeno a través de un catéter de aspiración al nivel de la carina a 6 L / min o adjuntar pieza en T con CPAP a 10 cm H<sub>2</sub>O

Desconecte el ventilador

respiraciones espontáneas ausente

La gasometría arterial dibujado en 8-10 minutos, el paciente vuelve a conectar al ventilador

PCO<sub>2</sub> ≥ 60 mm Hg o 20 mm Hg aumento del valor basal normal

OR:

prueba de Apnea abortado

Hora de la muerte (DD / MM / AA) \_\_\_\_\_

Nombre del médico y la firma \_\_\_\_\_

<sup>31</sup>. Update: Determining Brain Death in Adults. American Academy of Neurology. [Accesado noviembre 2013] 2010; 74 1911-1918.

## **PERMISO DEL AUTOR PARA COPIAR EL TRABAJO**

El autor concede permiso para reproducir total o parcialmente y por cualquier medio la tesis titulada **UTILIDAD CLÍNICA DEL DOPPLER TRANSCRANEAL EN PACIENTES CON CRITERIOS CLINICOS DE MUERTE ENCEFÁLICA** para pronósticos de consulta académica, sin embargo quedan reservados los derechos de autor que confiere la ley, cuando sea cualquier otro motivo diferente al que señale lo que conduzca a su reproducción, comercialización total o parcial.