



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA  
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO  
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO DEL ÁREA DE LA SALUD**



**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD  
HOSPITAL DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA DE  
PUEBLA**

**“VALORACIÓN DE LA HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA  
POSTRAUMÁTICA CON PERFUSIÓN CEREBRAL POR  
TOMOGRFÍA MULTICORTE”.**

**TESIS DE ESPECIALIDAD  
QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN  
IMAGENOLOGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA**

**PRESENTA:**

**DR. JUAN CARLOS ORTEGA PÉREZ**

**DIRECTORES DE TESIS:**

**DR. CARLOS LEONEL RODRÍGUEZ PALACIOS  
M.E. RODOLFO GREGORIO BARRAGÁN HERVELLA  
M.C. ÁLVARO JOSE MONTIEL JARQUÍN  
M.C. AURELIO LÓPEZ COLOMBO**

Puebla, Pue. Octubre 2014

Número de registro nacional: R-2013-2105-6

"2013, Año de la Lealtad Institucional y Centenario del Ejército Mexicano"

### Dictamen de Autorizado

Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud 2105  
HOSPITAL DE TRAUMATOLOGIA Y ORTOPEDIA CENTRO MEDICO NACIONAL GRAL. DIV. MANUEL AVILA CAMACHO PUE,  
PUEBLA, PUEBLA

FECHA **05/06/2013**

**DR. CARLOS LEONEL RODRIGUEZ PALACIOS**

**P R E S E N T E**

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título:

**VALORACIÓN DE LA HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA POSTRAUMÁTICA CON PERFUSIÓN CEREBRAL POR TOMOGRAFÍA MULTICORTE**

que usted sometió a consideración de este Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A U T O R I Z A D O**, con el número de registro institucional:

Núm. de Registro
R-2013-2105-6

ATENTAMENTE

**DR. JAIME SALVATORI RUBÍ**

Presidente del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud No. 2105

**IMSS**

SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

## CARTA COMPROMISO

Puebla, Puebla, a 17 de OCTUBRE de 2014.

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
PRESENTE

El (la) suscrito (a) Juan Carlos Ortega Pérez, en mi calidad de estudiante y habiendo sido beneficiario de la residencia médica de **Imagenología Diagnóstica y Terapéutica** de fecha 2012 a 2015 y estando cursando la (el) (Maestría/Doctorado/Residencia) en Ortopedia y Traumatología, manifiesto bajo protesta de decir verdad que soy autor del trabajo de Tesis titulado "**Valoración de la Hemorragia Subaracnoidea Postraumática con perfusión cerebral por Tomografía Multicorte**", el cual ha sido asesorado por el (los) doctor (es) Carlos Leonel Rodríguez Palacios, Rodolfo Gregorio Barragán Hervella y Álvaro José Montiel Jarquín, en las instalaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social. Por tanto, para fines de divulgación y publicación sobre la metodología, resultados y/o otra información desarrollada durante el proyecto, reconozco que deberé contar con la autorización escrita de todos los autores.

Asimismo, manifiesto que en caso de que el presente trabajo implique derechos de propiedad industrial como resultado de su desarrollo, tomando en consideración que será producto de una investigación practicada en las instalaciones del Instituto y con pacientes, equipos, materiales y diversos instrumentos de su propiedad, se reconoce como legítimo propietario de dicha novedad al Instituto Mexicano del Seguro Social; en donde el suscrito participa en colaboración con mi (los) asesor (es), por lo que mi colaboración y derechos estará sujeta al porcentaje de autoría que corresponda a mi participación en relación con los demás autores en colaboración.

ATENTAMENTE

Juan Carlos Ortega Pérez

---

Nombre y firma



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD  
HOSPITAL DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA DE PUEBLA  
JEFATURA DE DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD

PUEBLA, PUE., A 17 de octubre de 2014

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS DE ESPECIALIDAD

LOS ASESORES: Carlos Leonel Rodríguez Palacios, Rodolfo Gregorio Barragán Hervella, Álvaro José Montiel Jarquín

DE LA TESIS TITULADA: **Valoración de la Hemorragia Subaracnoidea Postraumática con perfusión cerebral por Tomografía Multicorte**

REALIZADA POR EL MÉDICO RESIDENTE: **Juan Carlos Ortega Pérez**

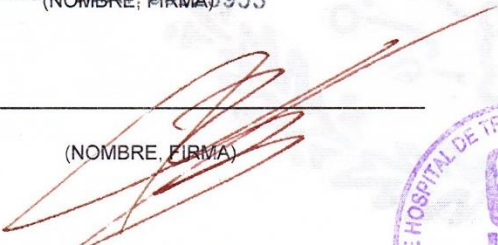
DE LA ESPECIALIDAD: **Imagenología Diagnóstica y Terapéutica**


HACEMOS CONSTAR QUE ESTE TRABAJO CIENTÍFICO HA SIDO REVISADO Y AUTORIZADO EN EL SIRELCIS CON NÚMERO DE REGISTRO NACIONAL: **R-2013-2105-6**

AUTORIZAMOS SU IMPRESIÓN

  
**Dr. Carlos Leonel Rodríguez Palacios**  
JEFATURA DE RADIOLOGÍA E IMAGEN  
C. PROF. 3528920 C. ESP. 5771025  
IMSS (NOMBRE, FIRMA) 8953

**Dr. Álvaro José Montiel Jarquín**  
JEFE DE DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN  
U.M.A.E. H.T.O. PUEBLA  
Mat. 99220177  
Ced. Esp. 3413730  
(NOMBRE, FIRMA)

  
(NOMBRE, FIRMA)

  
(NOMBRE, FIRMA)

**DR. RODOLFO BARRAGAN H.**  
Director Educación e Investigación  
UMAE H.T.O. Mat. 10338241



## **Dedicatoria.**

*A mis padres que con su cariño, han sido mis mejores guías y ejemplos de rectitud, por enseñarme a ser constante en mis proyectos y esforzarme en alcanzar mis metas. ¡Padres! este logro, es también de ustedes.*

*A mis hermanas de quienes me siento orgulloso.*

*A mi compañera de aventuras por toda esa paciencia y comprensión, por ser el sostén que me ayudo a seguir adelante.*

*Agradezco a Dios que me dio vida y salud.*

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b>ANTECEDENTES</b>	<b>9</b>
<b>4.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<b>11</b>
<b>5.</b>	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>12</b>
<b>6.</b>	<b>MATERIAL Y MÉTODO</b>	<b>13</b>
<b>7.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>16</b>
<b>8.</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	<b>26</b>
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIÓN</b>	<b>30</b>
<b>10.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>31</b>
<b>11.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>35</b>

## 1.- RESUMEN

### VALORACIÓN DE LA HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA POSTRAUMÁTICA CON PERFUSIÓN CEREBRAL POR TOMOGRAFÍA MULTICORTE

AUTORES: Juan Carlos Ortega-Pérez\*, Carlos Leonel Rodríguez-Palacios\*, Álvaro José Montiel-Jarquín \*\*, Rodolfo Gregorio Barragán-Hervella\*\*, Aurélio López-Colombo\*\*

*\*Departamento de Radiología e Imagen del HTO, Puebla, \*\*Jefatura de División de Investigación en Salud del HTO, Puebla.*

juan\_carlos\_op@yahoo.com.mx

**Introducción.** Los traumatismos craneoencefálicos se consideran la tercera causa de muerte en México, con una asociación del 40% de hemorragia subaracnoidea. La perfusión cerebral por tomografía es un método innovador que permite una valoración no solo estructural si no funcional del cerebro. **Objetivo.** Describir los cambios en la perfusión cerebral como dato directo de vasoespasmo secundario a hemorragia subaracnoidea postraumática por medio de tomografía multicorte. **Material y Métodos.** Estudio descriptivo, prospectivo, observacional, longitudinal, Unicentrico. En la UMAE Traumatología y Ortopedia IMSS-Puebla. Periodo: agosto 2013-julio 2014. Se incluyeron pacientes derechohabientes IMSS, ambos sexos, de 18-65 años, que aceptaron participar firmando consentimiento informado, con diagnóstico clínico-radiológico de hemorragia subaracnoidea postraumática (HSAPT) que fueron enviados al servicio de tomografía computada de esta unidad; mediante el uso de tomógrafo multicorte Aquilion 16, TOSHIBA, se les aplicó el protocolo de perfusión cerebral con post-procesamiento en estación de trabajo Vítrea. Se clasificaron los resultados de acuerdo a escala de Fisher modificada y a los grupos de autorregulación fisiológica en respuesta al trauma, los datos se analizaron mediante estadística descriptiva y analítica. **Resultados:** Fueron un total de 19 pacientes 36.8% mujeres y 63.2% hombres, de edad promedio 36.3 años, DE 14.9 años. Por grado de hemorragia subaracnoidea en escala de Fisher modificada el 73.7% fueron grado 1, 5.3% grado 2 y 21.1% grado 3. De acuerdo al grupo de autorregulación fisiológica en respuesta al trauma 21% fueron del grupo 1, 21% para el grupo 2 y 57.9% para el grupo 3. Con una correlación con Fisher 1 del 28.5% para los grupos de autorregulación 1 y 2, el 42.8% para el grupo 3 y del 100% para el grupo 3 en Fisher 2 y 3 ( $p=0.034$ ) **Conclusiones:** Existe una correlación estadísticamente significativa entre el grado de hemorragia subaracnoidea postraumática y los cambios en la perfusión cerebral.

Palabras clave: Hemorragia Subaracnoidea Postraumática, Perfusión cerebral por tomografía, escala de Fisher.

## 2.- INTRODUCCIÓN

El traumatismo craneoencefálico (TCE), es una de las condiciones traumáticas más frecuentes y de mayor gravedad, que se establece como la principal causa de mortalidad en adultos jóvenes de países desarrollados y en vía de desarrollo.

El traumatismo craneoencefálico (CIE 10 S06 trauma intracraneal) se define como cualquier lesión física o deterioro funcional del contenido craneal, secundario a un intercambio brusco de energía mecánica (1).

Anualmente alrededor de 1.1 millones de personas en el mundo ingresan a un servicio de urgencias como consecuencia de un TCE, 10% de ellos son severos (2). Los Centers for Diseases Control and Prevention de Estados Unidos de Norteamérica estiman que cada año 1.5 millones de personas sufren un traumatismo craneal, aproximadamente 230,000 se hospitalizan y 50,000 de ellos mueren como consecuencia de este padecimiento (3). En México, el TCE es la tercera causa de muerte, que corresponde a muertes violentas y accidentes, con mortalidad de 38.8 por 100 mil habitantes (4).

Por género, es más frecuente en hombres que en mujeres, con una relación aproximada de 3:1, afecta principalmente a la población de 15 a 45 años. En las causas más comunes en que se ve esta patología es en accidentes de tráfico, la ingesta de alcohol ha mostrado ser un factor que contribuye en aproximadamente 40% de todas las lesiones graves. Por lo que constituye la principal causa de mortalidad adultos jóvenes de países desarrollados y representa una de las principales causas de mortalidad en México (5).

La fisiopatología del TCE se divide clásicamente en lesión primaria y secundaria. La lesión primaria se define como la disrupción física o funcional del tejido cerebral como resultado directo del trauma sobre la corteza o por movimientos de aceleración – desaceleración del cerebro dentro del cráneo (6). El daño primario posee un sustrato microscópico específico: lesión celular, desgarro y retracción de

los axones, y alteraciones vasculares. Estos cambios traducen macroscópicamente dos tipos, focal y difuso (7).

**Lesión focal.** La lesión focal, única o múltiple, ocurre frecuentemente en los polos frontales y temporales, y también en las superficies inferiores de estos lóbulos, donde el tejido nervioso está en contacto con los relieves óseos, dado que está condicionada por fuerzas directas transmitidas a través del cráneo. El ejemplo más representativo lo constituye la contusión cerebral, que consiste en un área de laceración del parénquima asociada a hemorragia y edema mixto (vasogénico y citotóxico). Puede evolucionar hacia: 1) la resolución espontánea; 2) la formación de un hematoma secundario a la atrición de vasos en el foco de contusión; o 3) el aumento progresivo de su volumen.

**Lesión difusa.** Se circunscribe básicamente a la lesión axonal difusa que se produce por efecto de fuerzas inerciales que actúan sobre los axones durante unos 50 ms en sentido lineal o angular, pudiendo ocurrir sin impacto relevante sobre el cráneo (7).

La lesión cerebral secundaria aparece minutos, horas o días después de la lesión inicial y daña aún más al tejido cerebral. Los mecanismos principales de lesión cerebral secundaria se dividen en dos niveles: los locales por eventos neuroquímicos y sistémicos que modificando el flujo sanguíneo cerebral, la presión intracraneal y la presión de perfusión cerebral (8).

Tradicionalmente el TCE se puede clasificar de acuerdo al grado de severidad teniendo como base la escala de coma de Glasgow. Así se incluye bajo la denominación de TCE leve al que tiene una puntuación igual o superior a 13 según la Escala de Comas de Glasgow dentro de las primeras 48 horas del impacto. Al TCE moderado le corresponde una puntuación entre 9 y 12. Al TCE grave se le asigna una puntuación de 8 o menos.

Los tres grupos de pacientes podrían distribuirse aproximadamente como sigue: el 12% sufre un TCE grave, el 16% se encuadra dentro de los TCE moderados, y el 72% restante se incluye en la categoría de TCE leve (8).

La hemorragia subaracnoidea es la extravasación de sangre en el espacio subaracnoideo, alrededor del cerebro y cordón espinal. La hemorragia subaracnoidea postraumática (HSAPT) es un hallazgo que se presenta con una frecuencia de 40% según los datos del American Traumatic Coma Data Bank (9).

Los mecanismos por los que ocurre la HSAPT son: a) hemorragia de una contusión cortical a través de la piamadre al espacio subaracnoideo, b) hemorragia por laceración y cizallamiento de vasos, y c) hemorragia ventricular inicial que se visualiza más tarde en cisternas o surcos. (9) Las caídas accidentales constituyen la causa más común (47%) seguido por los accidentes en vehículo automotor (34%). Afecta con mayor frecuencia a pacientes del sexo masculino (70%) entre los 30 y 50 años de edad.

La distribución de la sangre suele ser cortical y no basal, así la hemorragia subaracnoidea (HSA) se localiza comúnmente en la convexidad de los hemisferios cerebrales (67%) y en las cisternas basales (40 %) y en la mayor parte de los casos están asociadas a contusión cerebral (72%). La presencia de HSA eleva 2 a 3.6 veces el riesgo de evolución desfavorable y muerte en el paciente con TCE severo. Se suele asociar a la presencia de lesión axonal difusa (10).

El riesgo de evolución desfavorable aumenta con el grado tomográfico en la escala de Fisher: Grado 1 (31%), grado 2 (46%), grado 3 (61%) y grado 4 (78%), y con la localización de la hemorragia: convexidad cerebral (40-60%), cisura interhemisférica (69%), cisura de Silvio (68%), cisterna supraselar (72%), cisterna ambiens (72%), cisterna cuadrigémina (69%) y mixto (cisternas y convexidad cerebral: 80%).

La clasificación de Fisher modificada por el Colegio Americano de Neurocirugía, estatifica en cinco categorías según la cantidad y espacios que ocupa la hemorragia subaracnoidea, resulto ser más sensible para el pronóstico del desarrollo vaso espasmo además que su utilización no queda confinada a la hemorragia subaracnoidea secundaria a aneurisma roto (34).

Tomando en cuenta lo anterior, el vaso espasmo cerebral es reconocido como una causa importante de discapacidad y a largo plazo déficits neurológicos. Así el riesgo de vasoespasmo aumenta con el grado de severidad tomográfica en la escala de Fisher. Durante los dos primeros días post-TCE es de 20% en los pacientes con grado 2, comparado con 63 % en el grado 3. Entre los días 7 y 15 el riesgo de vasoespasmo severo es de 71% en los pacientes con grado 3 de Fisher. El vasoespasmo no siempre conduce a isquemia, la cual ocurre en el 7.7% de los casos de HSAPT, sin embargo el 70% de estos eventos isquémicos se corresponden con la localización del vasoespasmo severo (11).

Mientras el vasoespasmo sintomático con deterioro neurológico ocurre en el 20-30% de los pacientes, el diagnóstico de vasoespasmo por métodos de imagen puede verse en hasta el 70% mediante Resonancia Magnética en las primeras 24hrs y por Tomografía simple posterior a 48 a 72 horas de ocurrido. Los mecanismo fisiopatológicos considera el estrechamiento de la luz del vaso puede causar aumento de la resistencia vascular y con ello disminución del flujo sanguíneo cerebral (FSC) a niveles críticos que pueden causar isquemia y lesión cerebral. Es ampliamente aceptado que los componentes sanguíneos extravasados por la HSA contribuyen al vasoespasmo, dado que existe una relación clara entre el tiempo de ruptura eritrocitaria y la desaparición del coágulo en el espacio subaracnoideo, con el inicio y la finalización del vasoespasmo (12).

El gran desarrollo técnico de la imagenología del sistema nerviosos central ha permitido que las personas puedan ser mejor estudiadas, facilitando un abordaje preventivo y en los casos de lesión neurológica reducir el daño neuronal y las secuelas. (13)

La imagenología ha experimentado un progreso técnico espectacular en la última década. Del clásico haz de rayos x, a métodos físicos complejos y de reconstrucción por computadora como en la resonancia magnética. Los años noventa han sido testigos del desarrollo de la tomografía computarizada helicoidal, con las múltiples posibilidades de reconstrucción bidimensional y tridimensional y de obtener estudios funcionales, como angiográficos (14).

La tomografía axial computada y la resonancia magnética se utilizan para obtener imágenes de la densidad e intensidad respectivamente, del parénquima

cerebral y estructuras que la conforman. El objetivo de la neuroimagen a nivel cerebral en forma temprana, es la discriminación de lesiones focales y difusas tempranas, como lo son la presencia de hemorragias, contusiones, edema y zonas de isquemia tempranas, así como el seguimiento a largo plazo de estas (15).

Actualmente la tomografía computarizada es el procedimiento diagnóstico de elección en la evaluación del traumatismo craneoencefálico. Dado que se puede realizar rápidamente, incluso para pacientes que no cooperan y permitiendo alta sensibilidad y especificidad al diagnóstico, así como en la exclusión de otros diagnósticos o las secuelas de otra patología. Además, la tomografía computada ha sido valiosa en la identificación y localización de fragmentos intracraneales óseos o metálicos (16).

En comparación con los distintos tipos de método de diagnóstico las ventajas de la tomografía computada para la evaluación del paciente con traumatismo craneoencefálico incluyen su sensibilidad para demostrar el efecto de volumen ocupante, tamaño ventricular y la morfología, lesiones óseas y hemorragia aguda. La tomografía ofrece una amplia disponibilidad, rapidez de escaneo, y menor costo comparados con otros métodos de estudio. Sus limitaciones incluyen falta de sensibilidad en la detección de lesiones pequeñas no hemorrágicas, particularmente adyacente a las superficies óseas. Del mismo modo, las lesiones axonales difusas que resultan en lesiones cerebrales pequeñas no se detectan en la tomografía computada, en periodos agudos. La tomografía computada simple es poco sensible para detectar aumento de la presión intracraneal y para la demostración temprana de la encefalopatía isquémica que puede acompañar a lesiones en la cabeza en las primeras horas posterior al evento (17).

Hay un consenso de que los pacientes identificados como de riesgo moderado o alto de lesión intracraneal deben ser sometidos a tomografía computada simple de forma temprana, en búsqueda de evidencias de hematoma intracerebral, efectos de compresión por volumen como lo es el deslizamiento de la línea media. Hay una relación inversa entre el estado clínico o la disminución neurológica tal como se describe en la escala de coma de Glasgow (9) y la incidencia y gravedad de las anomalías en la tomografía computada relacionados con el traumatismo craneoencefálico (18).

La tomografía subsecuente puede ser necesaria para el deterioro, sobre todo en las primeras 72 horas después de la lesión primaria, para detectar hematoma tardío, lesiones isquémicas, o edema cerebral. La tomografía computada tiene un papel en el traumatismo craneoencefálico subagudo o crónico para representar atrofia, encefalomalacia focal, hidrocefalia y hematoma subdural crónico (19).

Es de esperar que por métodos de imagen la tomografía cerebral simple se utiliza como estudio el inicial del paciente con HSAPT, tanto para al diagnóstico como para la predicción del vasoespasmo en estos pacientes. La cantidad de sangre en el espacio subaracnoideo es factor de predicción de infartos producidos por vasoespasmo. Así mismo, este método permite evaluar con aceptable calidad el desarrollo de complicaciones concomitantes al vasoespasmo, como resangrado y aparición de nuevas áreas de isquemia (20).

La resonancia magnética nuclear es sensible para la detección y caracterización de lesiones cerebrales subagudas y crónicas. Mientras que la tomografía computada es sensible para la detección de lesiones que requieren un cambio en el tratamiento, la resonancia magnética nuclear también se puede utilizar para traumatismos craneoencefálicos agudos no quirúrgico, en pacientes médicamente estables. Las secuencias de difusión mejora la detección del infarto agudo asociado con TCE. Las secuencias FLAIR son más sensibles que la resonancia magnética nuclear convencional para representar secuencias de imágenes de la hemorragia subaracnoidea (22-23).

La resonancia magnética nuclear aunque cuenta con protocolos funcionales de perfusión difusión, está limitada por su escasa disponibilidad en el trauma cráneo encefálico agudo, largos tiempos de formación de imágenes, la sensibilidad al movimiento del paciente, mayores costos en comparación con otros métodos y la relativa insensibilidad a la hemorragia subaracnoidea. Otros factores que limitan el uso de la resonancia magnética es el uso de equipo especializado para el soporte de vital, como ventiladores diamagnéticos, así como el riesgo de explorar a pacientes con ciertos dispositivos permanentes (por ejemplo, marcapasos cardíaco, pinza de aneurisma cerebral) o cuerpos extraños (20).

En parte, estas limitaciones pueden ser superadas con situar los equipos de resonancia magnética cerca de las áreas de atención de emergencia con un diseño

adecuado, equipo para el manejo de pacientes con lesiones agudas y uso de secuencias rápidas. Sin embargo este método aún no se considera práctico en la mayoría de los hospitales (21).

Los estudios funcionales del parénquima cerebral permiten la evaluación dinámica. La perfusión cerebral por tomografía ha demostrado ser una buena alternativa para evaluar el flujo sanguíneo cerebral, ofreciendo un procedimiento menos invasivo, además, de ser un método de mayor disponibilidad y menor complejidad que otros, como la resonancia magnética. Actualmente las principales indicaciones para la realización de este estudio son, la evaluación del evento cerebral isquémico agudo, cuantificación de la reserva cerebrovascular, posterior a reperfusión cerebral, valoración del vasoespasma y aplicación en tumores cerebrales (29).

En conclusión los hallazgos tomográficos de mayor grado en la escala de Fisher implican la existencia de lesiones neurológicas de mayor severidad, aumento de la tasa de complicaciones y de evolución al deterioro y la muerte.

El tratamiento del traumatismo craneoencefálico va encaminado a disminuir el riesgo de secuelas, principalmente mediante el soporte vital, mediante regularización de la tensión arterial, control de la hipoxemia, sedación a analgesia. El manejo del vasoespasma después de hemorragia subaracnoidea cada vez apunta más a terapias dirigidas a evitar su presentación (tratamiento profiláctico), diagnóstico hiperagudo e intervención energética cuando se ha desarrollado, ya que sigue siendo la principal causa de morbilidad y mortalidad de los pacientes (27).

### 3.- ANTECEDENTES

Los traumatismos craneoencefálicos se consideran la tercera causa de muerte en nuestro país, de los cuales hasta un 40% se acompaña de hemorragia subaracnoidea. La tomografía axial computarizada ha demostrado ser el método de elección para el diagnóstico del traumatismo craneoencefálico y con ello de la hemorragia subaracnoidea postraumática.

La clasificación de Fisher se utiliza para la estadificación del grado de severidad de la hemorragia subaracnoidea, así como como predecir el porcentaje de vaso espasmo que suele acompañar a cada estadio. Esta clasificación ha sido modificada en 2006 permitiendo una mayor sensibilidad y especificidad para la predicción de vasoespasmo, además de permitir su utilización en presencia de cualquier subtipo de hemorragia subaracnoidea, incluida en esta la HSAPT (34).

Diversos autores han enumerado la correlación que existe entre el grado de hemorragia subaracnoidea postraumática y la morbi-mortalidad relacionada con ella. En México estudios como el realizado por López Islas y colaboradores determinaron que los pacientes que presentaron una HSAPT clasificada en grado III de Fisher presentan mayor porcentaje de mortalidad, así como la asociación del TCE grave con la HSAPT grado II y III de Fisher (24).

El uso de la perfusión cerebral por tomografía en el traumatismo cráneo encefálico es una técnica hasta cierto grado innovadora que proporciona mayor sensibilidad y especificidad, para detección de trastornos funcionales aun sin existir cambios en la tomografía simple. Así Max Wintermark y colaboradores demostraron con el uso de perfusión cerebral por tomografía es un protocolo seguro a seguir en pacientes con traumatismo craneoencefálico agudo, además como método de admisión proporciona mayor sensibilidad para detección de contusión cerebral, alteraciones en la perfusión cerebral y pautas específicas que aporta información pronóstica independiente en cuanto a los resultado funcional incluso a pocas horas de sufrir el traumatismo (25).

Metting y Rodiger demostraron una correlación importante entre el deterioro en la escala de coma de Glasgow con una reducción del flujo vascular y volumen vascular cerebral en el traumatismo craneoencefálico leve y en la mayoría de los casos aun con tomografía simple normal, por lo que se considera un método altamente específico (26).

Soustiel, Mahamid y colaboradores enfocaron la perfusión cerebral por tomografía para evaluar las contusiones cerebrales traumáticas, encontrando disminución del flujo sanguíneo cerebral acompañado de un tiempo medio de tránsito prolongado, en los núcleos de hemorragia y el incremento de los daños a la semana de evolución (28).

Sin embargo no se encuentran estudios que describan los cambios en la perfusión cerebral en la hemorragia subaracnoidea postraumática aguda.

Por lo que el objetivo de este trabajo de investigación es describir los cambios en la perfusión cerebral como dato directo de vasoespasmo secundario a hemorragia subaracnoidea postraumática por medio de tomografía multicorte.

#### 4. JUSTIFICACIÓN

Los traumatismos craneoencefálicos se considera un problema de salud pública prioritaria, no solo por su importante incidencia sino también por la importante asociación con discapacidad temporal o permanente, con su consecuente afectación en el ámbito personal, económico, familiar y social, así en los países desarrollados se encuentra en las primeras causa de muerte, presentándose con mayor frecuencia en adultos jóvenes y personas en edad productiva.

Muchos de los pacientes que sobreviven dependen de un diagnóstico e intervención terapéutica oportuna y temprana que limite las secuelas que les restringen en sus actividades laborales y de su vida diaria.

El daño al tejido cerebral no se encuentra limitado a las lesiones primarias que son oportunamente diagnosticadas por los distintos métodos de imagen, sino también por la afectación de tipo funcional, el cual juega en papel prioritario para el desarrollo de secuelas. Siendo conveniente la aplicación de nuevos protocolos como el uso de imágenes de perfusión por tomografía multicorte debido a que favorece la intervención terapéutica oportuna que pueden ayudar a evitar el daño irreversible.

Si bien el protocolo de perfusión cerebral se ha utilizado como adyuvante en el diagnóstico de los trastornos funcionales ocurridos en el traumatismo craneoencefálico, a nivel mundial, no se encuentran estudios que sobre la aplicación de este protocolo, en el traumatismo craneoencefálico asociado a hemorragia subaracnoidea postraumática.

La aplicación del protocolo de perfusión permitirá aumentar la experiencia y el conocimiento de estas nueva técnicas de diagnóstico, por imagen, en nuestro hospital, logrando explotar los recursos con los que contamos y de esta manera proporcionar un mejor diagnóstico, y así un tratamiento oportuno y eficaz y en lo posible disminuir secuelas de esta patología.

## 5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el servicio de imagenología de la Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital de Traumatología y Ortopedia de Puebla del Instituto Mexicano del Seguro Social. La tomografía de cráneo simple es el método de elección para el diagnóstico, valoración y seguimiento del traumatismo cráneo encefálico, la cual permite valorar de forma objetiva la patología establecida y lesiones asociadas que modifican el curso de la enfermedad, como lo es la hemorragia subaracnoidea. Sin embargo brinda pocos datos acerca de la alteración funcional del encéfalo, entre las que destaca el compromiso en la perfusión cerebral principalmente por vasoespasmo.

Teniendo en cuenta los datos anteriores resulta primordial la evaluación de la perfusión cerebral en el traumatismo craneoencefálico asociado a hemorragia subaracnoidea, en el cual se espera que en un futuro próximo aporte importantes datos que podrían mejorar de forma sustancial el pronóstico del paciente reduciendo las secuelas y favoreciendo su incorporación a sus actividades diarias. Por lo anterior surge la siguiente pregunta de investigación:

¿La perfusión cerebral por tomografía al ingreso permite valorar el vasoespasmo secundario a la hemorragia subaracnoidea postraumática?

## 6. MATERIAL Y MÉTODOS

Realizamos un estudio descriptivo, transversal, prolectivo, homodémico y unicéntrico en la Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Traumatología y Ortopedia del Instituto Mexicano del Seguro Social Puebla durante el período Agosto de 2013 a Julio de 2014, la población de estudio fueron pacientes con hemorragia subaracnoidea postraumática en fase aguda.

Capturamos pacientes derechohabientes del IMSS, del servicio de urgencias mayores de 18 a 65 años, de ambos géneros, sin historia conocida de insuficiencia renal crónica, que aceptaron participar en el estudio mediante el llenado de un consentimiento informado, a los que se les realizó tomografía axial computada simple y contrastada con protocolo de perfusión cerebral, realizado dentro de las primeras 24 horas posteriores al evento traumático, excluimos pacientes mayores de 45 años que tuvieran un valor de creatinina sérica mayor o igual a 1.3 mg/dl, eliminamos pacientes que solicitaron salir del estudio y aquellos con alergia al medio de contraste durante el procedimiento.

Las variables analizadas fueron género, edad, grado de hemorragia subaracnoidea por escara la Fisher modificada, velocidad de flujo de perfusión cerebral, volumen de perfusión cerebral y tiempo de tránsito medio.

La metodología de aplicación fue la siguiente:

Para este estudio se utilizó el equipo de tomografía multicorte Aquilion 16 (16 cortes), marca Toshiba. Posterior a la realización de tomografía simple se selecciona el nivel de corte que permita la valoración del parénquima cerebral supratentorial. Se inyecta 40 ml de contraste yodado no iónico (300mg de yodo por mililitro) mediante inyector Medrad, a una velocidad de 5ml/seg. A los 5 segundos de iniciada la exploración se procede a la adquisición en modo cine del protocolo de perfusión con una técnica de thickness 8.0 mm x 4, 120KV, 70mA.

El estudio realizado se transfiere a la Estación de Trabajo Vítreo y se procede al post-proceso para la valoración de perfusión cerebral, que implica la localización de arteria y vena cerebrales con mejor realce y posterior colocación de 6 ROIs por

hemisferio situados en la corteza cerebral para posterior análisis de los datos, anotando los registros en la hoja de recolección.

El grado de hemorragia subaracnoidea se calificó de acuerdo a la escala de Fisher modificada. Que determina la posibilidad de sufrir vaso espasmo cuantificando el depósito de sangre (distribución y cantidad de sangre) en el espacio subaracnoideo (cuadro 1).

<b>Fisher</b>	<b>Características</b>
<b>Grado 0</b>	Sin sangre identificada por tomografía.
<b>Grado 1</b>	Mínima hemorragia subaracnoidea sin hemorragia interventricular.
<b>Grado 2</b>	Mínima hemorragia subaracnoidea con hemorragia intraventricular a ventrículos laterales.
<b>Grado 3</b>	Deposito grueso subaracnoideo sin hemorragia intraventricular.
<b>Grado 4</b>	Deposito grueso subaracnoideo con hemorragia intraventricular.
<b>Cuadro 1: Escala de Fisher modificada.</b>	
Tomada de 2006 American Association of Neurological Surgeons (34)	

En los resultados de perfusión cerebral se valoraron los parámetros de, Velocidad de perfusión cerebral (VPC) de forma cuantitativa y cualitativa, tomando como valores normales de 50 a 80 ml/100gr/min. Valores disminuidos se clasificaron de acuerdo a Hoeffner en bajo 49 a 24 ml/100gr/min (asintomáticos), Moderado 23 a 13 ml/100gr/min (signos y síntomas reversibles) y Alto con valores inferiores a 12 ml/100gr/min (signos y síntomas irreversibles) (29). Volumen de perfusión cerebral (VSC) y Tiempo de tránsito medio (MTT), las evaluamos en forma cualitativa de acuerdo a la escala de color, como normal, aumentada y disminuida.

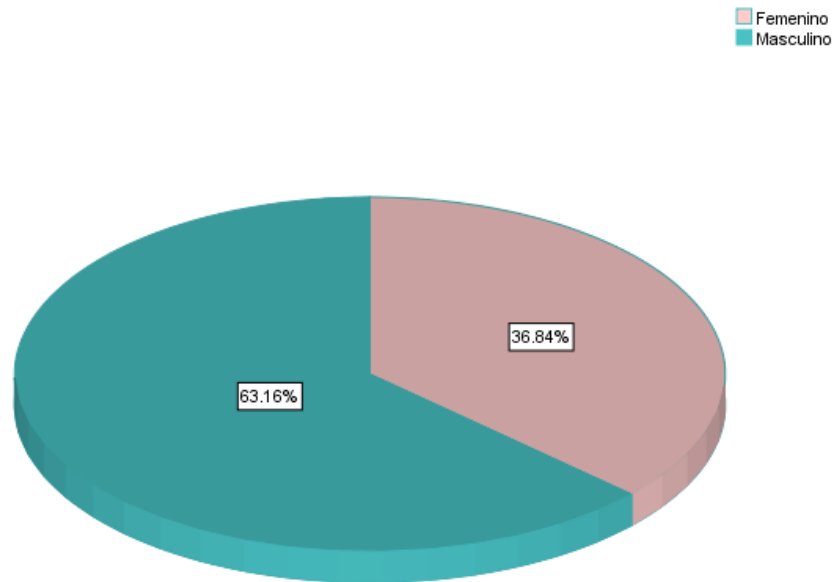
Estos valores se clasificaron de acuerdo a los tres grupos propuestos por Wintermark et al., acorde a los mecanismos fisiológicos de autorregulación en respuesta al trauma. El primer grupo está compuesto por pacientes que presentaron valores altos o normales altos en el flujo de perfusión cerebral con disminución el tiempo de tránsito medio. El segundo grupo está compuesto por pacientes que presentaron valores normales-bajos en el flujo de perfusión cerebral con tiempo de tránsito medio normal-alto. El tercer grupo está compuesto por pacientes que presentaron valores bajos en el flujo de perfusión cerebral con aumento del tiempo de tránsito (30).

El protocolo fue autorizado por el Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud con Numero R-2013-2105-6

Utilizamos estadística descriptiva, medidas de tendencia central, frecuencia y Spearman en el programa SPSS v 22.

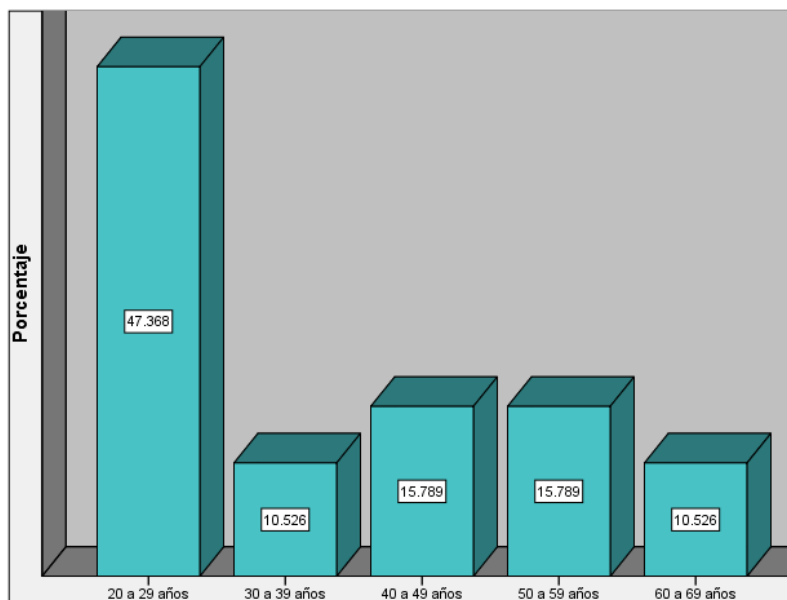
## 7. RESULTADOS

Fueron un total de 19 pacientes, de los cuales 7 (36.8%) fueron mujeres y 12 (63.2%) hombres.



**Gráfica 1 Distribución poblacional por género. Tomado de expediente clínico**

La edad promedio fue 36.3, mínima 20 máxima 64, DE 14.9 años (Cuadro 2). El grupo de edad con mayor frecuencia fue el de 20 a 29 años con 9 (47.4%) pacientes (Gráfica 2).



**Gráfica 2 Distribución poblacional por grupo de edad. Tomado de expediente clínico**

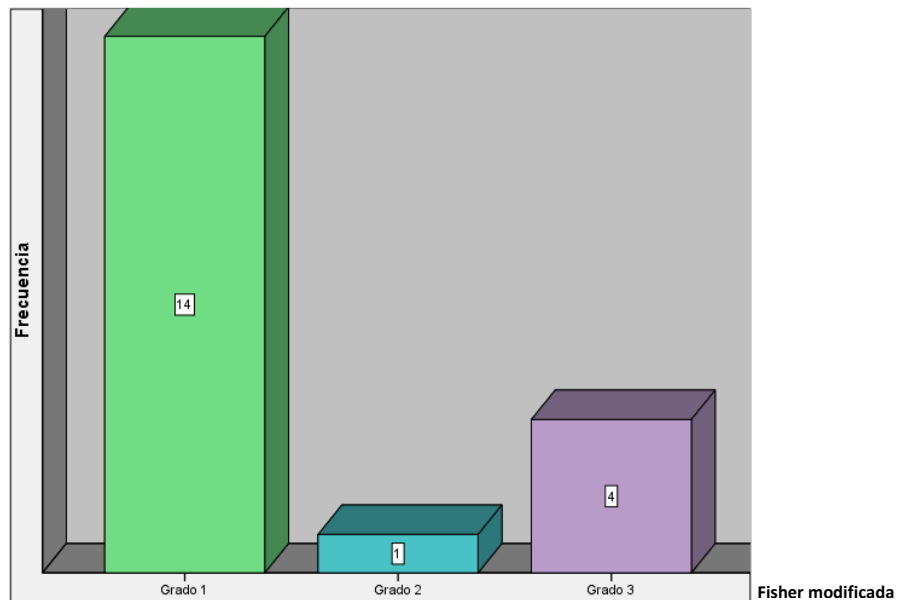
## Cuadro 2: Estadísticas de pacientes de acuerdo a la edad

Pacientes de acuerdo a edad	n	Rango	Mínimo	Máximo	Media	DE	Varianza
Años	19	44	20	64	36.32	14.904	222.117
Femenino	7	33	30	63	48	11.210	125.666
Masculino	12	44	20	64	29.5	12.544	157.363

Abreviaturas: n=muestra, DE=desviación estándar  
Tomado de expediente clínico.

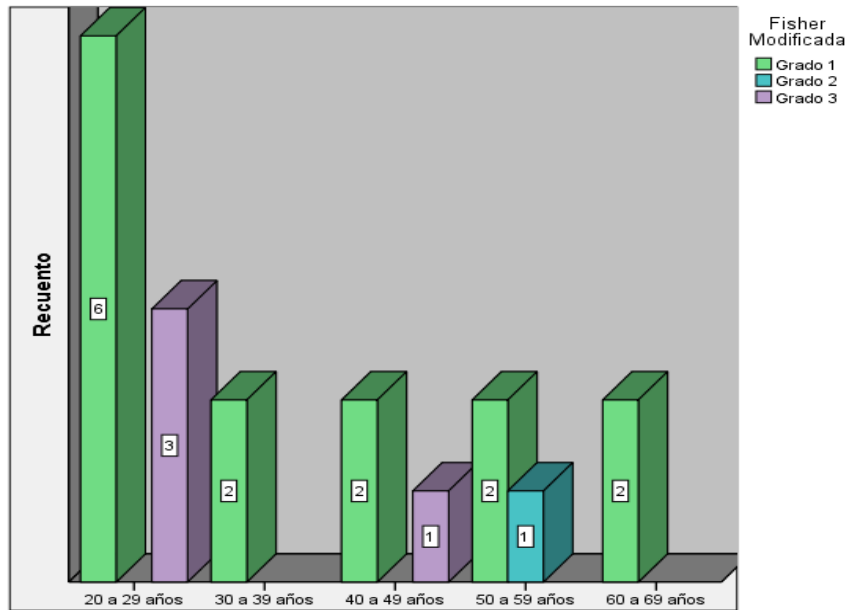
## Hallazgos por tomografía simple

Referente al grado de hemorragia subaracnoidea, 14 (73.7%) pacientes se clasificaron en Grado 1 en escala de Fisher modificada, 1 (5.3%) paciente como Grado 2 y 4 (21.1%) pacientes como Grado 3. (Gráfica 3)



Gráfica 3 Hemorragia subaracnoidea de acuerdo a la clasificación Fisher modificada

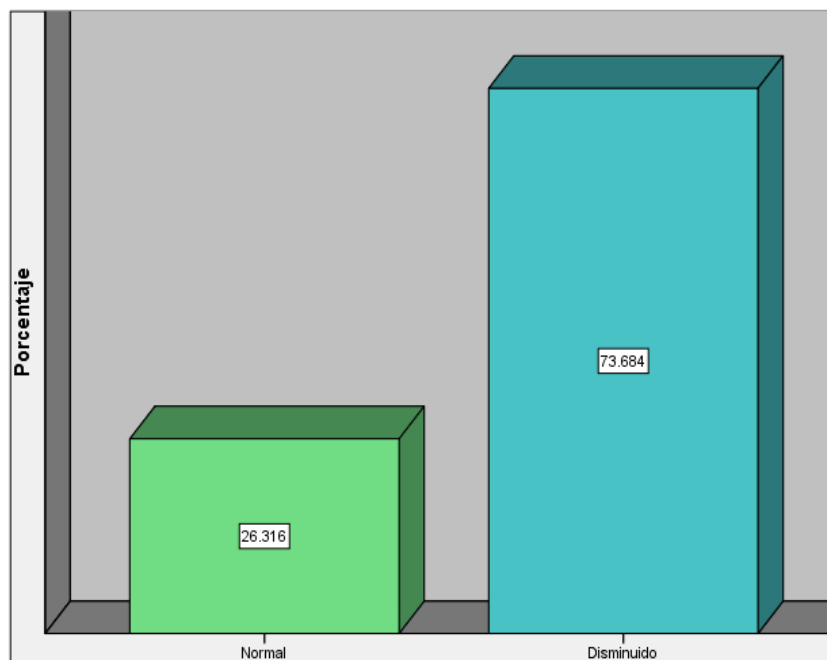
La frecuencia de hemorragia subaracnoidea postraumática en escala de Fisher modificada por grupo de edad, se muestra en la gráfica 4.



Gráfica 4 Hemorragia subaracnoidea por grupo de edad.

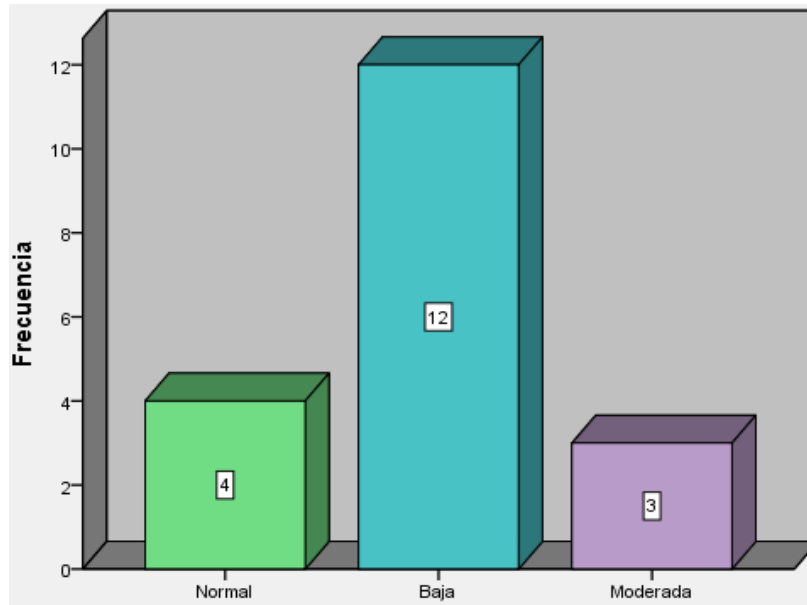
### Hallazgos en Perfusión Cerebral

La velocidad de perfusión cerebral se vio disminuida en 14 (73.6%) pacientes, contra 4 (21%) pacientes en los que no se observaron cambios. (Gráfica 5)



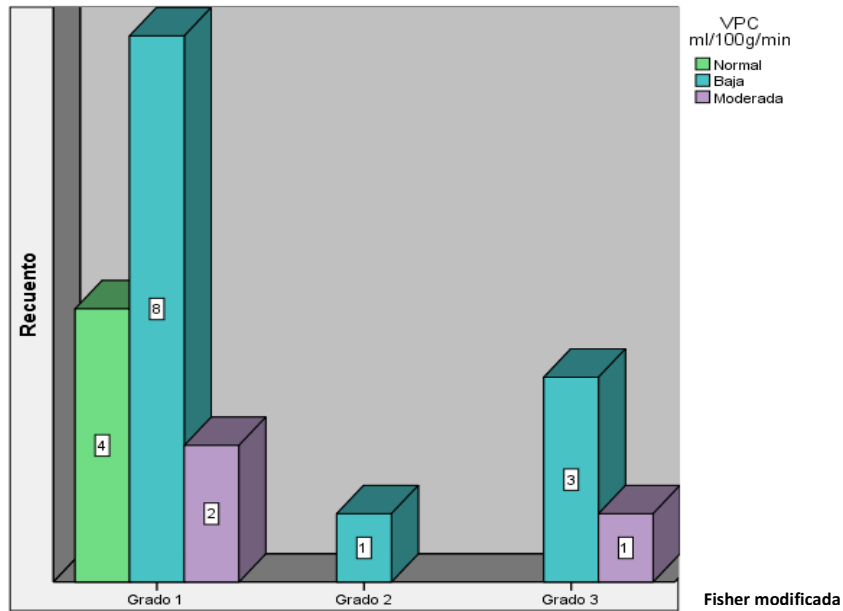
Gráfica 5 Velocidad de flujo de perfusión cerebral

La disminución en la velocidad de perfusión cerebral fue de baja en 12 (63.1%) pacientes y 3 (15.7%) pacientes de moderada. (Gráfica 6)



**Gráfica 6** Clasificación de la velocidad de flujo de perfusión cerebral

Se observaron cambios en los valores de perfusión cerebral desde el Grado 1 en escala de Fisher modificada en 9 (64.3%) de los pacientes, el total de pacientes clasificados con grado de Grado 2 y 3 de Fisher modificada presentaron disminución en los valores de este parámetro. (Gráfica 7)



**Gráfica 7 Velocidad de perfusión cerebral y escala Fisher modificada**

Cabe resaltar que no contamos con pacientes que mostraran aumento en la velocidad de Flujo.

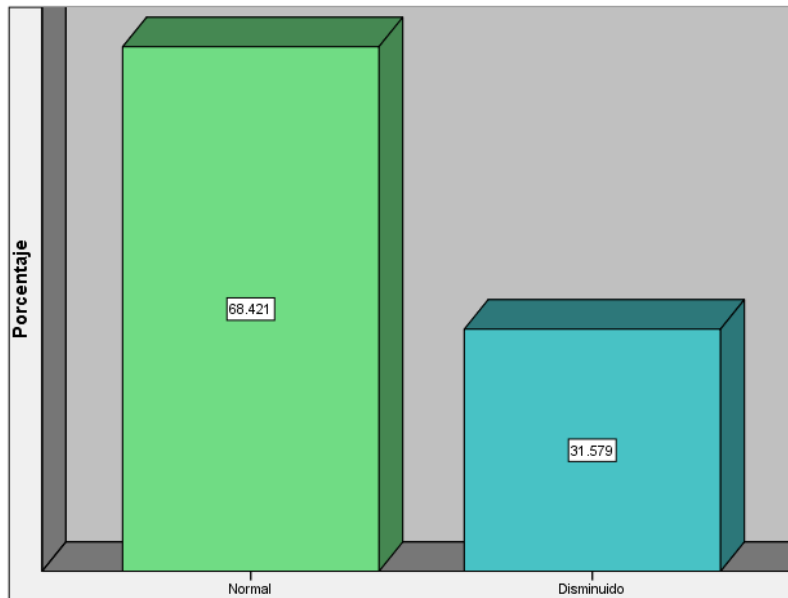
El análisis estadístico de los valores obtenidos en la perfusión cerebral se muestra en el cuadro 3.

**Cuadro 3: Análisis estadístico de la velocidad de perfusión cerebral**

	n	Rango	Mínimo	Máximo	Media	DE	Varianza
Velocidad de perfusión cerebral (ml/100g/min)	19	51.9	21.2	73.1	37.937	15.4538	238.819
Normal	4	10.7	62.4	73.1	63.600	6.8891	47.460
Disminuida	12	23.1	24.4	47.5	33.217	7.0433	49.608
Aumentada	3	2.5	21.2	23.7	22.600	1.2767	1.63

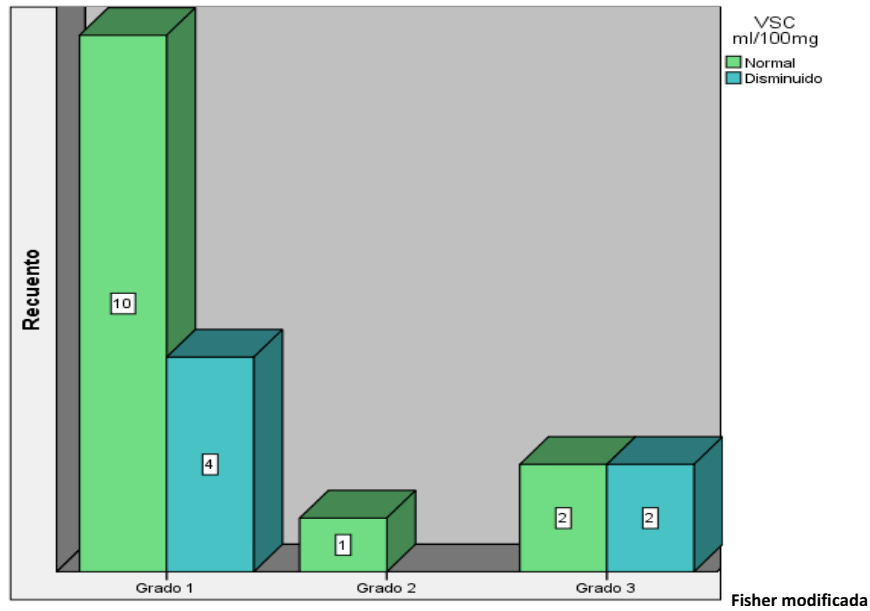
Abreviaturas: n=muestra, DE=desviación estándar, g/ml=gramos por mililitros, min=minutos

En cuanto al Volumen de Perfusión Cerebral solo en 6 (31.5%) pacientes presentaron disminución en los valores, contra 13 (68.4%) pacientes en los cuales no se observaron cambios. (Gráfica 8)



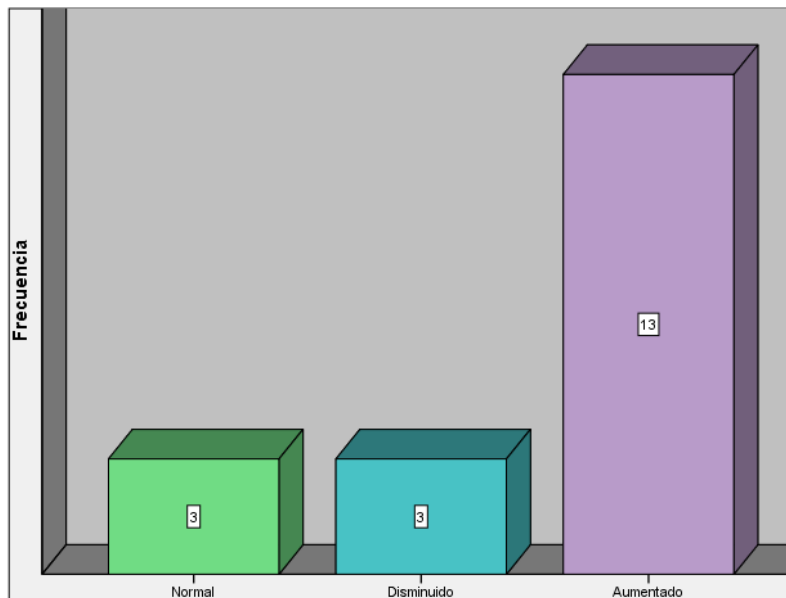
**Gráfica 8: Volumen de perfusión cerebral**

Los cambios en los valores del volumen de perfusión cerebral se observaron en 4 (28.5%) pacientes con grado 1 en escala de Fisher modificada y en 2 (50%) de los pacientes con grado de grado 3 de Fisher modificada. (Gráfica 9)



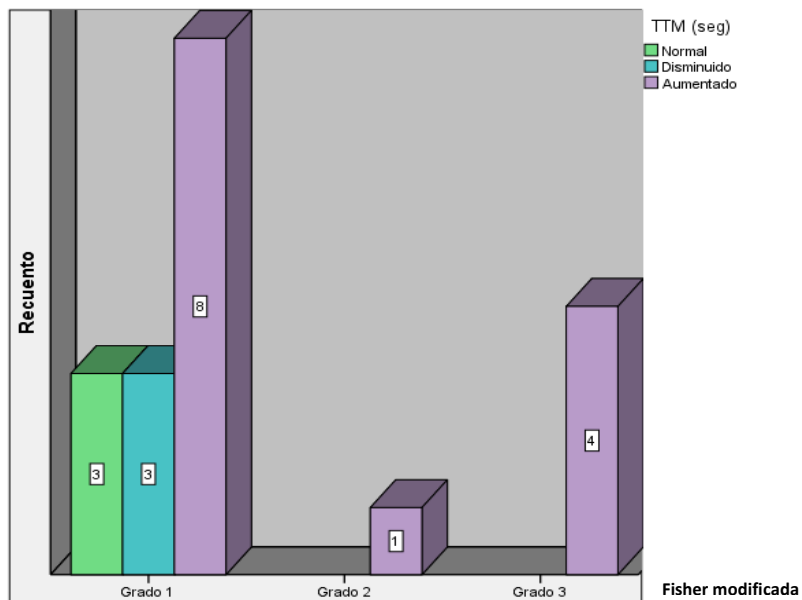
**Gráfica 9 Volumen de perfusión cerebral y escala de Fisher modificada**

El tiempo de tránsito medio se vio aumentado en 13 (68.4%) pacientes, en 3 pacientes (15.7%) se vio disminuido y en 3 (15.7%) pacientes no hubo cambios. (Gráfica 10)



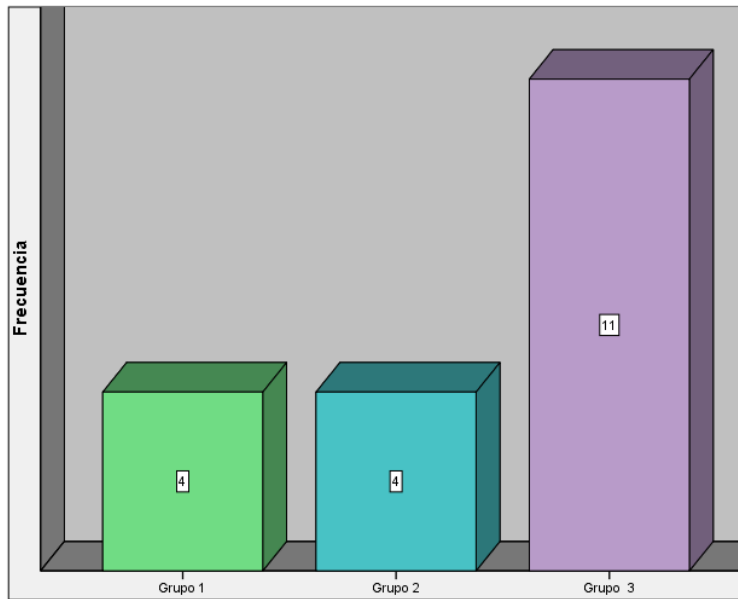
**Gráfica 10 Tiempo de tránsito medio**

Por grado de hemorragia subaracnoidea, en el Grado 1, 8 (57.1%) pacientes presentaron aumento en el tiempo de tránsito medio, 3 (21.4%) presentaron disminución en el tiempo de tránsito medio y en 3 (21.4%) pacientes no se vieron modificados los valores normales. El total de pacientes clasificados con grado de Grado 2 y 3 de Fisher modificada presentaron aumento en los valores de este parámetro. (Gráfico 11)



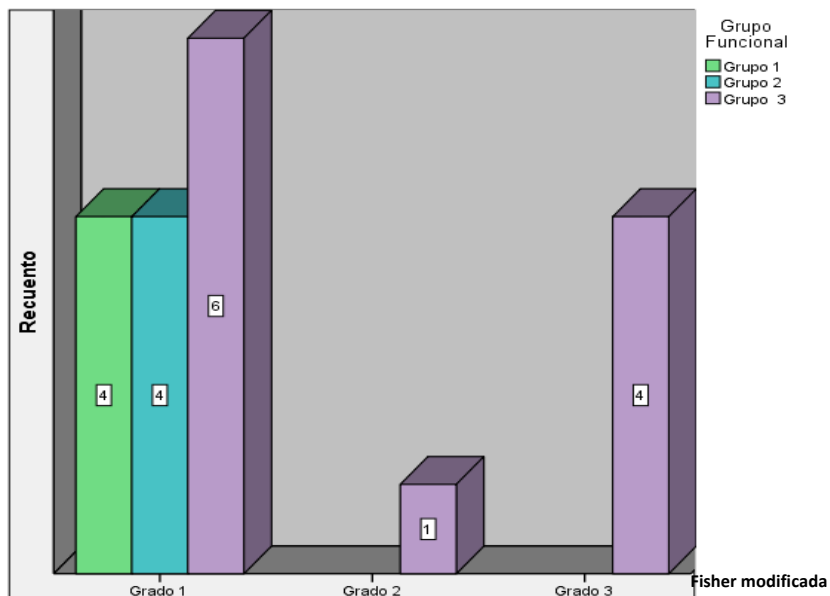
**Gráfica 11 Tiempo de tránsito medio y escala Fisher modificada**

De acuerdo a la mecanismo de autorregulación en respuesta al trauma se encontraron 4 (21.0%) pacientes con valores dentro del grupo 1, 4 (21.0%) pacientes dentro del grupo 2 y 11 (57.9) pacientes en el grupo 3. (Gráfica 12)



**Gráfica 12** Pacientes de acuerdo al grupo de autorregulación filológica al trauma.

Por grado de hemorragia subaracnoidea por escala de Fisher modificada en correlación con los grupos de autorregulación fisiológica en respuesta al trauma se encontraron 4 (28.5%) pacientes del grupo 1 y 2 en la clasificación de Fisher 1; el grupo 3 presento 6 (42.8%) pacientes con Fisher 1, 1 (100%) en Fisher 2 y 4 (100%) en Fisher 3. (Gráfica 13)



**Gráfica 13** Relación grado Fisher y grupo de autorregulación filológica al trauma.

Encontramos una correlación estadísticamente significativa entre la escala de Fischer modificada y el grupo de autorregulación filológica al trauma ( $p=0.034$ , Spearman)

## 8. DISCUSIÓN

El traumatismo craneoencefálico es un problema grave de salud a nivel mundial, que afecta a países desarrollados como en vías de desarrollo, destacándose no solo como uno de los principales problemas de morbi-mortalidad en la sociedad, sino también como una de las principales causas de incapacidad con el alto costo que con ello conlleva. México, no es ajeno a esto, señalándose como una de las principales causas de muerte secundarias a accidentes de transportes y muertes violentas, mostrando un constante aumento en la última década.

Se ha señalado clásicamente su mayor frecuencia en población en edad productiva y reproductiva (15-45 años) y de estos un pico máximo en los adultos jóvenes, con tendencia de afectación al género masculino (5). En nuestro estudio la edad promedio fue de 36.3 años, con una mayor incidencia en el grupo de edad de 20 a 29 años con mayor frecuencia del género masculino. De acuerdo con lo anterior, nuestros datos coinciden los reportados en la literatura, esto puede explicarse debido a que en el rango de edad predominante confluyen factores de riesgo y se encuentran expuestos a las causas más comunes para sufrir traumatismo cráneo encefálico como lo son: accidentes de tráfico (42%), caídas (23%), agresiones (14%) y lesión por deporte (6%) (31).

En términos generales, el 80% de los TCE son leves, el 10% moderados, y el 10%, graves. De éstos, respectivamente, el 10%, el 65% y el 99% desarrollan algún tipo de alteración neurológica o psiquiátrica si han sobrevivido al evento (32).

La hemorragia subaracnoidea postraumática (HSAPT) es un hallazgo que se presenta con una frecuencia de 40% según los datos del American Traumatic Coma Data Bank y ha sido descrita como la lesión cerebral más frecuente durante investigaciones de necropsia con trauma craneoencefálico (33). Los mecanismos postulados son: a) hemorragia de una contusión cortical a través de la piamadre al espacio subaracnoideo, b) hemorragia por laceración y cizallamiento de vasos, y c) hemorragia ventricular inicial que se visualiza más tarde en cisternas o surcos (11).

Preferimos utilizar la escala de Fisher modificada dado que permite una mejor sensibilidad y especificidad para predicción de vasoespasmos secundario a hemorragia subaracnoidea además que su utilización no queda confinada a la hemorragia subaracnoidea aneurismática (34).

De acuerdo a la clasificación de Fisher modificada presentamos una mayor frecuencia de pacientes catalogados como Grado 1 siendo el 73.7%, seguido del Grado 3 con 21.1%, por último con el Grado 2 solo 5.3%. Esta frecuencia observada se repite en cada grupo de edad siendo más evidente el grupo muestra de 20 a 29 años. Y aunque no se tienen estudios que muestren la incidencia de hemorragia subaracnoidea postraumática por clasificación de Fisher modificada, se puede realizar una correlación directa con el estudio nacional de Lopez et al., donde se observa una mayor frecuencia del Grado 2 de Fisher (Grado 1 Fisher modificada). En esta literatura se ha demostrado claramente la correlación que existe entre el grado de hemorragia subaracnoidea, con el grado de gravedad y así como de mayor mortalidad en los pacientes con traumatismo craneoencefálico asociado a la hemorragia subaracnoidea post-traumática (10).

La perfusión cerebral por tomografía es una técnica de vanguardia que permite conocer no solo el daño estructural del encéfalo, si no también permite la valoración dinámica en su funcionamiento, como lo demostró Max Wintermark y colaboradores donde al aplicar este protocolo en el traumatismo craneoencefálico agudo, se observaron cambios en los valores normales de perfusión aun sin existir cambios anatómicos, ello permite no solo un diagnóstico temprano si no disminuir el daño y ofrecer una mejor terapéutica (25).

Como se señala en otros artículos, la velocidad de perfusión cerebral junto con el tiempo de tránsito medio son las variables más sensibles a la detección de cambios en la perfusión cerebral. En nuestro estudio encontramos que la velocidad de perfusión cerebral se vio disminuida en el 73.6% de los pacientes, de los cuales, el 63.1% tuvo una disminución categorizada como baja en sus valores y el 15.7% una disminución moderada de los mismos (33).

Nuestros resultados muestran un aumento en el tiempo de tránsito medio en la mayoría de los pacientes (68.4%), una disminución en el 15.7% y valores normales en el 15.7%. El volumen de perfusión cerebral fue el parámetro que mostro

menos modificación en sus valores así solo el 31.6% de los pacientes presento una disminución en los mismos contra el 68.4% en el que los valores fueron normales. En correlación con la literatura nuestros valores en su mayoría muestran cambios como los observados en el traumatismo craneoencefálico leve a moderado (25).

Las variables de perfusión cerebral fueron agrupadas de acuerdo a los mecanismos compensatorios o de autorregulación en respuesta a al trauma según lo mencionado por Max Wintermark. A diferencia de la literatura que caracteriza estos grupos en el traumatismo craneoencefálico grave, en nuestros resultados, predominio con un 57.9% el Grupo 3, es decir pacientes con disminución en los valores de velocidad de perfusión cerebral o volumen de perfusión cerebral, con aumento en el tiempo de tránsito medio, esto se puede explicar como un mecanismo de autorregulación a la baja o pseudo-autoregulación, caracterizado por oligohemia, secundario al proceso inflamatorio ya sea por vasoespasmo o edema. El grupo 1 con el 21%, fue el segundo en frecuencia, caracterizado por el aumento o en límites-altos en los valores de velocidad de perfusión cerebral o volumen de perfusión cerebral, con una consecuente disminución de los valores de tránsito medio, este mecanismo fisiológico es observado, principalmente en respuesta aguda inflamatoria al trauma de bajo grado, sin embargo una evolución del grupo 2 o grupo 3 al grupo 1 es factor de mal pronóstico. El grupo 2 de igual forma se presentó en el 21% de los pacientes que se caracteriza por la presencia límites bajos o disminuidos de los valores de velocidad de perfusión cerebral o volumen de perfusión cerebral, esta suele acompañarse por un leve aumento de los valores de tiempo de tránsito medio, esta respuesta es la señalada como la mejor autorregulación ya que conserva una perfusión cerebral estable (30).

Aunque otros estudios evalúan los cambios secundarios al traumatismo craneoencefálico ninguno realiza una correlación directa de los valores de perfusión cerebral con el grado de hemorragia subaracnoidea post-traumática (25,30,27).

En nuestro estudio observamos que la velocidad de perfusión cerebral, presento mayor variabilidad en el grado 1 en escala de Fisher modificada de hemorragia subaracnoidea, viéndose modificada en el 71.4% de los casos, valores normales se observaron solo en 4 pacientes. La disminución en los valores de perfusión cerebral fue baja en el 57% de los pacientes con Fisher 1 y solo el 14.3% presento una disminución moderada en la velocidad de perfusión cerebral, el otro 28.7% no mostró cambios significativos en la velocidad de perfusión cerebral. El

100% de los pacientes con hemorragias subaracnoideas grado 2 y 3 de Fisher mostro una disminución en los valores de velocidad de perfusión cerebral. El 100% del grado 2 de hemorragia subaracnoidea en escala de Fisher modificada, mostro una disminución baja de la velocidad de perfusión cerebral; en el grado 3 el 75% de los pacientes mostro una disminución baja y el 25% una disminución moderada de la velocidad de perfusión cerebral.

El volumen de perfusión cerebral se vio escasamente modificado en los diferentes grados de hemorragia subaracnoidea, así en Fisher 1 se vio disminuido en el 28% de los pacientes, y solo en el 50% de pacientes con Fisher 3, el resto no mostro alteración significativa de los valores. Esto en coherencia a que el volumen de perfusión cerebral se ve escasamente modificado en estadios agudos, ya sea por mecanismos fisiológicos de compensación o por la reserva de volumen cerebral.

Como se mencionó, el tiempo de tránsito medio es de los primeros valores en observarse modificado al igual que la velocidad de perfusión cerebral y guarda como tal una correlación directa con este último. Así en nuestro estudio el tiempo de tránsito medio se vio aumentado en el 57.1% de los pacientes con Fisher 1 y en el 100% de los pacientes con Fisher 2 y 3. Parámetros normales y disminuidos se observaron solo en el Grado 1 de Fisher con un 21.45 % a cada uno.

De acuerdo a los grupos observados en la autorregulación fisiológica al trauma, los pacientes con Fisher 1 presentaron una mayor frecuencia en el Grupo 3 con un 42.8%, seguido del grupo 1 y 2, con un 28.5% cada uno. El total de pacientes con Fisher 2 y 3 se catalogaron en el grupo 3. Estos resultados son los esperados, para la fisiopatología en estudio, señalando un mecanismo de regulación o pseudo-autoregulación tipo oligohemia, teniendo como causas principales el vasoespasmo y/o edema citotóxico.

## **8.- CONCLUSIÓN**

Existe una correlación estadísticamente significativa entre el grado de hemorragia subaracnoidea postraumática y los cambios en la perfusión cerebral.

Nuestros resultados apoyan a la perfusión cerebral por tomografía como una herramienta mínimamente invasiva en el diagnóstico del vasoespasmo secundario a la hemorragia subaracnoidea postraumática.

Futuros estudios deberán ampliar la muestra principalmente en las categorías Fisher 2 y 4, realizar un seguimiento a corto plazo para demostrar el adecuado funcionamiento de los mecanismos fisiológicos compensatorios o bien el fracaso de los mismos y también correlacionar con la clínica de los pacientes y guiar el tratamiento del vasoespasmo cerebral.

## 10. BIBLIOGRAFÍA:

1. Menon DK, Schwab K, Wright DW, Maas AI. Position Statement: Definition of Traumatic Brain Injury. Arch Phys Med Rehabil. 2010;91(11):1637-40.
2. Heegaard W, Biros M. Traumatic Brain Injury. Emerg Med Clin North Am. [en línea] 2007[consultado el 12 de julio de 2014];25:655–678. Disponible en: [http://www.emed.theclinics.com/article/S0733-8627\(07\)00071-5/pdf](http://www.emed.theclinics.com/article/S0733-8627(07)00071-5/pdf).
3. Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Injury Prevention and Control. Unpublished analysis of data from Multiple Cause of Death Public Use Data, 1997 [en línea] Estados Unidos; CDC; 1999 [Consultado el 12 de julio de 2014] disponible de: [http://www.cdc.gov/ncipc/pub-res/tbi\\_congress/TBI\\_in\\_the\\_US.PDF](http://www.cdc.gov/ncipc/pub-res/tbi_congress/TBI_in_the_US.PDF)
4. México. Instituto Nacional de Geografía e Informática. Porcentaje de defunciones por sexo y principales causas 1990 – 2011 [en línea]. México: INEGI [consultado el 12 de agosto de 2014] Disponible en : <http://www.inegi.gob.mx>
5. México. Secretaría de Salud. Aspectos clínicos y epidemiológicos del trauma craneo encefálico en México [en línea]. México: Dirección General de Epidemiología. 2008 [consultado el 12 de agosto de 2014] :25(26 Semana 26): Disponible en: <http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/doctos/boletin/2008/sem26.pdf>
6. Povlishock, JT. Traumatically induced axonal injury: Pathogenesis and pathobiological implications. Brain Pathol. 1992;2(1):1-12.
7. Bárcena-Orbe A, Rodríguez-Arias Ca, Rivero-Martín B, Cañizal-García JM, Mestre-Moreiro C, Calvo-Pérez JC. Revisión del traumatismo craneoencefálico. Neurocirugía 2006;17(06): 495-518.
8. Cabrera-Rayó A, Martínez-Olazo O, Ibarra-Guillén A, Morales-Salas R, Laguna-, Hernández G, Sánchez-Pompa M. Traumatismo craneoencefálico severo. Rev Asoc Mex Med Crit Ter Int 2009;23(2):94-101.
9. Resnick DK, Marion DW, Carlier P. Outcome analysis of patients with severe head injuries and prolonged intracranial hypertension. J Trauma. 1997 Jun;42(6):1108-11.

10. López-Islas I, Olguín-Sánchez E, Díaz-Polanco G, Gutiérrez-Garrido CE, Castro-Padilla JF, Lozano Nuevo JJ. Correlación del grado de hemorragia subaracnoidea postraumática en la mortalidad de pacientes con traumatismo craneoencefálico grave. *Rev Asoc Mex Med Crit Tera Int.* 2005;19(4):135-137.
11. Claassen J, Carhuapoma JR, Kreiter KT, Du EY, Connolly ES, Mayer SA. Global cerebral edema after subarachnoid hemorrhage, frequency, predictors, and impact on outcome. *Stroke.* 2002;33:1225-1232.
12. Reilly, C, Amidei C, Tolentino J, Jahromi BS, Macdonald RL. Clot volume and clearance rate as independent predictors of vasospasm after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg* 2004;101(2):255-261.
13. Pexman JH, Barber PA, Hill MD, Sevick RJ, Demchuk AM, Hudon ME, Hu WY, Buchan AM. Use of the Alberta Stroke Program Early CT Score. Use of the Alberta Stroke Program Early CT Score (ASPECTS) for Assessing CT Scans in Patients with Acute Stroke. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2001;22:1534 –1542.
14. Olier J, Jiménez FJ. Neuroimage in the stroke. *ANALES Sis San Navarra.* [en línea] 2000 [Consultado el 23 de Julio de 2014];23(Sup. 3): Disponible en: [recyt.fecyt.es/index.php/ASSN/article/download/6730/5339](http://recyt.fecyt.es/index.php/ASSN/article/download/6730/5339)
15. Smith WS, Roberts HC, Chuang NA, Ong KC, Lee TJ, Johnston SC, et al. Safety and Feasibility of a CT Protocol for acute stroke: combined CT, CT Angiography, and CT Perfusion imaging in 53 consecutive patients. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2003 Apr;24(4):688-90.
16. Tan TH, Ong KL. Cranial computed tomography in trauma Hong Kong Journal of Emergency Medicine [En línea]. 2001[Consultado el 23 de Julio de 2014];8(3): 176-183; Disponible en: <http://www.hkcem.com/html/publications/Journal/2001-4/176-183.pdf>
17. Davis PC. Head Trauma. *AJNR Am J Neuroradiol* [En línea].2007 [Consultado el 23 de Julio de 2104];28:1619-162. Disponible en: <http://www.ajnr.org/content/28/8/1619.full.pdf>
18. Kido DK, Cox C, Hamill RW, Rothenberg BM, Woolf PD. Traumatic brain injuries: predictive usefulness of CT. *Radiology* 1992;182(3):777-781.

19. Stein SC, Spettell C, Young G, Ross SE. Delayed and progressive brain injury in closed-head trauma: radiological demonstration. *Neurosurgery* 1993;32(1):25-30.
20. Mittl RL, Grossman RI, Hiehle JF, Hurst RW, Kauder DR, Gennarelli TA, et al. Prevalence of MR evidence of diffuse axonal injury in patients with mild head injury and normal head CT findings. *Am J Neuroradiol* 1994;5:1583–1589.
21. Gentry LR, Godersky JC, Thompson B, Dunn VD. Prospective comparative study of intermediate-field MR and CT in the evaluation of closed head trauma. *Am J Neuroradiol* 1988;9:91-100.
22. Fiser SM, Johnson SB, Fortune JB. Resource utilization in traumatic brain injury: the role of magnetic resonance imaging. *Am Surg* 1998;64(11):1088-1093.
23. Kampfl A, Schmutzhard E, Franz G, Pfausler B, Haring HP, Ulmer H, et al. Prediction of recovery from post-traumatic vegetative state with cerebral magnetic-resonance imaging. *Lancet* 1998;351(9118), p. 1763–67.
24. López Islas I, Olguín Sánchez E, Díaz Polanco G, Gutiérrez Garrido C, Castro Padilla JF, Lozano Nuevo JJ. Correlación del grado de hemorragia subaracnoidea postraumática en la mortalidad de pacientes con traumatismo craneoencefálico grave. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int* 2005;19(4):135-137  
MG
25. Wintermark M, van Melle G, Schnyder P, Revelly JP, Porchet F, Regli L, et al. Admission Perfusion CT: Prognostic Value in Patients with Severe Head Trauma. *Radiology*. 2004 Jul;232(1):211-20.
26. Metting Z, Rödiger LA, Stewart RE, Oudkerk M, De Keyser J, van der Naalt J. Perfusion computed tomography in the acute phase of mild head injury: regional dysfunction and prognostic value. *Ann Neurol*. 2009 Dec;66(6):809-16
27. Soustiel JF, Mahamid E, Goldsher D, Zaaroor M. Perfusion-CT for early assessment of traumatic cerebral contusions *Neuroradiology*. 2008 Feb;50(2):189-96
28. Claassen J, Bernardini GL, Kreiter K, Bates J, Du YE, Copeland D, et al. Effect of cisternal and ventricular blood on risk of delayed cerebral ischemia after subarachnoid hemorrhage. *Stroke*. 2001 Sep;32(9):2012-20.

29. Ellen G. Hoeffner, Ian Case, Rajan Jain, Sachin K. Shan, John P. Deveikis, et al. Cerebral perfusión CT: Technique and clinical applications, *Radiology*, 2004;231:632-644
30. M. Wintermark, R. Chiolerio, G. Van Melle, J.P.Revelly, F. Porchet, L. Regli, et al. "Cerebral vascular autoregulation assessed by perfusión-CT in severe heat trauma patients". *Neuroradiol.* 2006;33:27-37.
31. Gurr B., Coetzer, B.R. The effectiveness of conitive-behavioural therapy for post-traumatic headaches, *Brain Inj*, 2005;19(7):481-491
32. Pérez A.F., Agudelo V.H. Trastornos neuropsiquiatricos por trauma craneoencefálico, *Rev. Colomb. Psiquiat*, 2007;36(1):40-51.
33. Mattioli C., Beretta L., Gerevini S., Veglia F., Citerio G., Cormio M., et al. Traumatic subarachnoid hemorrhage on the computarized tomography scan obtained at admission: a multicenter assessment of the accuracy of diagnosis and the potential impact on patient outcome. *J Neurosurg* 2003;98:37-42
34. Frontera JA1, Claassen J, Schmidt JM, Wartenberg KE, Temes R, Connolly ES Jr, et al. Prediction of symptomatic vasospasm after subarachnoid hemorrhage: the modified fisher scale. *Neurosurgery.* 2006(1):21-7

## 11. ANEXOS

### 11.1 Carta de Consentimiento Informado

<b>CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA</b>	
Lugar y Fecha	Unidad Médica de Alta Especialidad. Hospital de Traumatología y Ortopedia, Puebla
Por medio de la presente acepto participar en el protocolo de investigación titulado:	
<b>VALORACIÓN DE LA HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA POSTRAUMÁTICA CON PERFUSIÓN CEREBRAL POR TOMOGRAFÍA MULTICORTE</b>	
Registrado ante el Comité Local de Investigación o la CNIC con el número: R-2013-2105-6	
El objetivo del estudio es:	Valorar la perfusión cerebral en el paciente con hemorragia subaracnoidea postraumática
Se me ha explicado que mi participación consistirá en:	Realización de una tomografía de perfusión cerebral posterior a tomografía de ingreso.
Declaro que se me ha informado ampliamente sobre los posibles riesgos, inconvenientes, molestias y beneficios derivados de mi participación en el estudio, que son los siguientes: <u>Alergia al material de contraste que puede ser desde leve (como rash, disnea, náusea, vómito) hasta reacción anafiláctica severa.</u>	
Los beneficios: <u>Diagnóstico temprano de hipo-perfusión cerebral que podría derivar en un mejor tratamiento de la enfermedad.</u>	
El Investigador Responsable se ha comprometido a darme información oportuna sobre cualquier procedimiento alternativo adecuado que pudiera ser ventajoso para mi tratamiento, así como a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación o con mi tratamiento. Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente, sin que ello afecte la atención médica que recibo en el Instituto. El Investigador Responsable me ha dado seguridades de que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y de que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial. También se ha comprometido a proporcionarme la información actualizada que se obtenga durante el estudio, aunque esta pudiera cambiar de parecer respecto a mi permanencia en el mismo.	
_____ Nombre y firma del paciente	
_____ Nombre, firma y matrícula del Investigador Responsable.	
Números telefónicos a los cuales puede comunicarse en caso de emergencia, dudas o preguntas relacionadas con el estudio:	
Testigos _____	
CLAVE: 2810-009-014	

## 11.2 Hoja de Recolección de Datos

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**

**SERVICIO DE RADIOLOGÍA E IMAGEN**

Nombre:

---

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_

Dirección:

---

Tiempo de evolución desde evento traumático:

---

Resultados del estudio de TAC de cráneo en fase simple:

---

---

---

Estadio en la clasificación de Fisher:

---

Resultados del estudio de Perfusión cerebral:

---

---

---

Fecha realización de estudio:

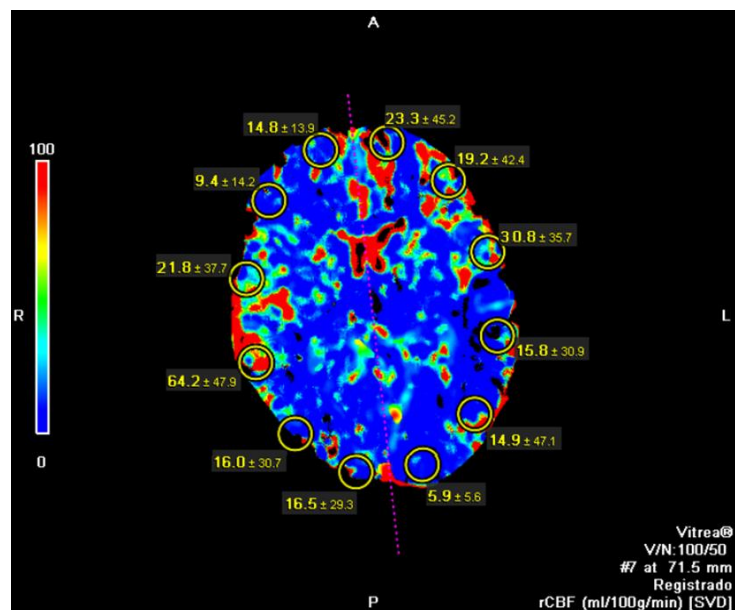
---

### 11.3 Casos clínicos.

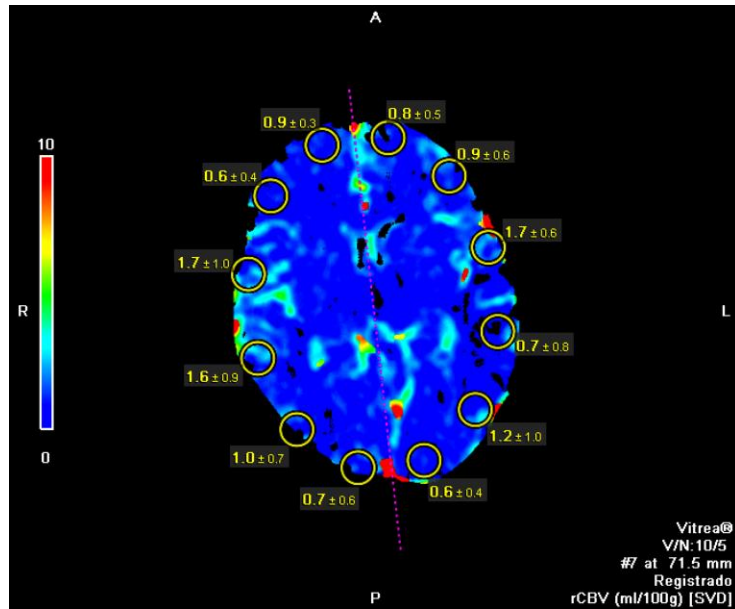
Caso 1: Paciente masculino de 24 años de edad, con hemorragia subaracnoidea grado 3 de Fisher modificada, clasificado dentro del grupo 3 de autorregulación en respuesta a al trauma, es decir pacientes con disminución en los valores de velocidad de perfusión cerebral o volumen de perfusión cerebral con aumento en el tiempo de tránsito medio, secundario a vasoespasmo.



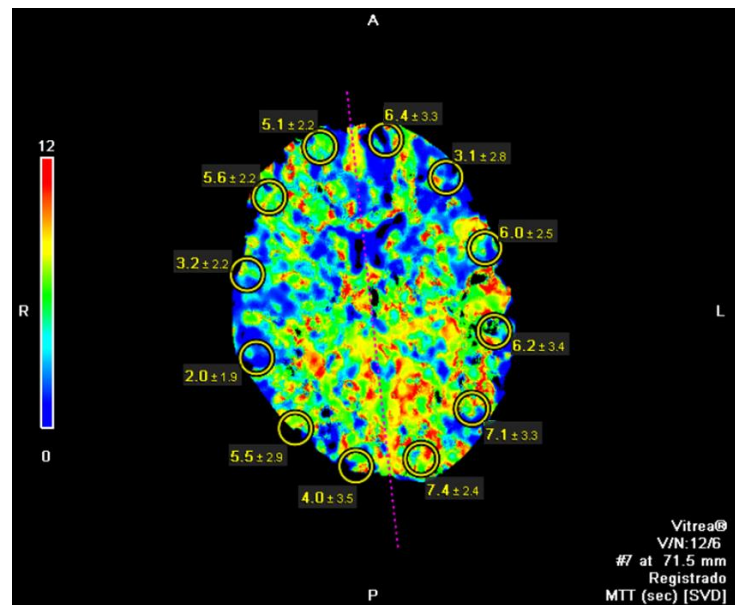
Caso 1: Tomografía simple cráneo con grado 3 de hemorragia subaracnoidea en escala de Fisher modificada



Caso 1: Disminución moderada en la velocidad de perfusión cerebral



Caso 1: Disminución en el volumen de perfusión cerebral

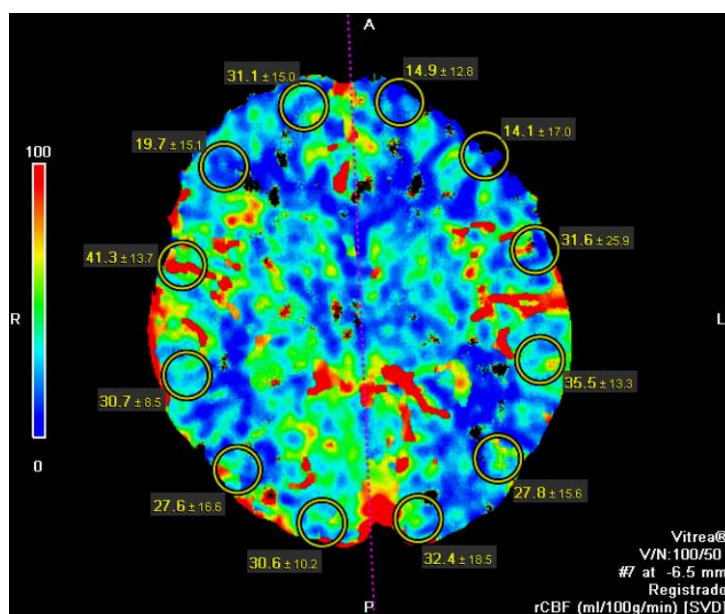


Caso 1: Perfusión cerebral con aumento del tiempo de tránsito medio

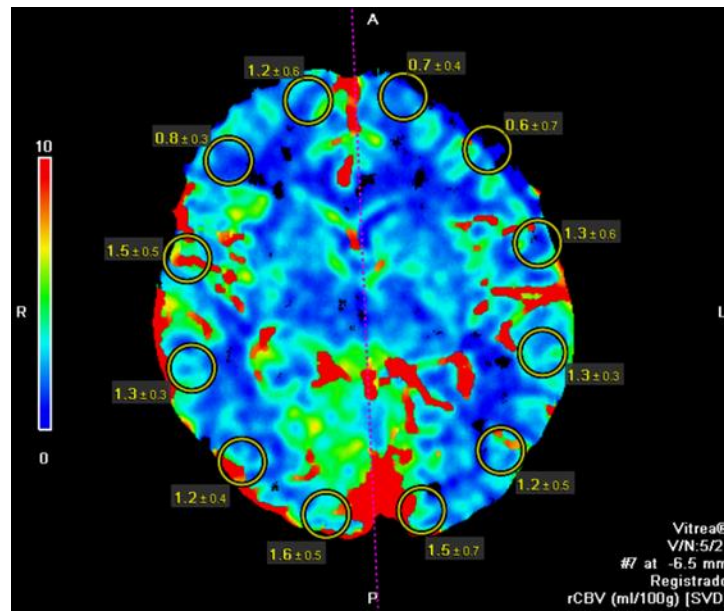
Caso 2: Paciente femenino de 30 años, de edad con hemorragia subaracnoidea grado 1 de Fisher modificada, clasificado dentro del grupo 2 de autorregulación en respuesta a al trauma, es decir valores en límites bajos o disminuidos de la velocidad de perfusión cerebral o volumen de perfusión cerebral con un leve aumento de los valores de tiempo de tránsito medio.



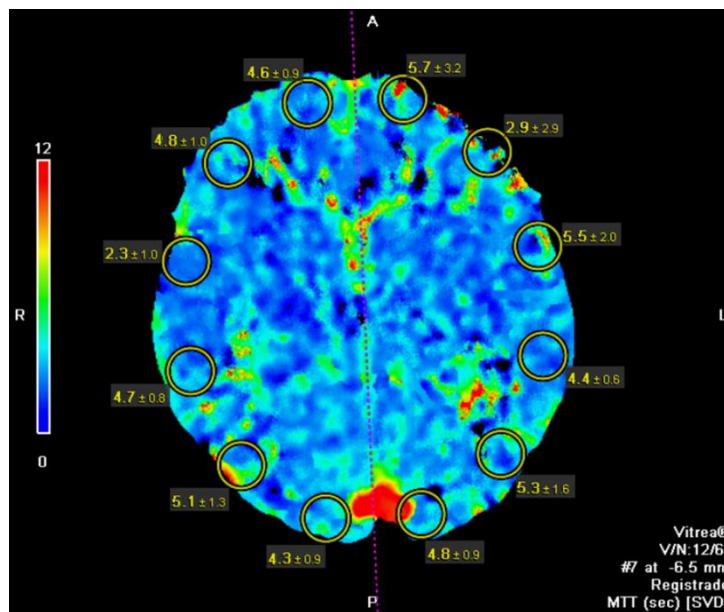
Caso 2: Tomografía simple cráneo con grado 1 de hemorragia subaracnoidea en escala de Fisher modificada



Caso 2: Disminución baja en la velocidad de perfusión cerebral



Caso 2: Volumen de perfusión cerebral con valores en límites normales-bajos

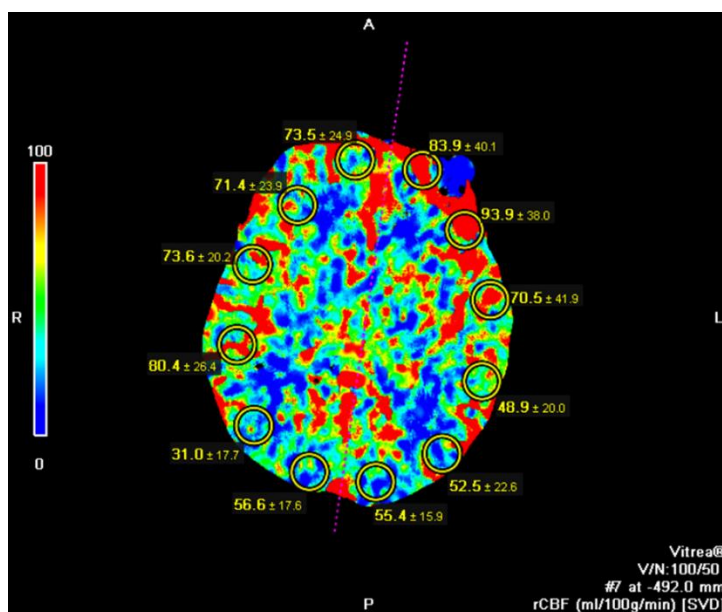


Caso 2: Perfusión cerebral con tiempo de tránsito medio en límites normales-altos

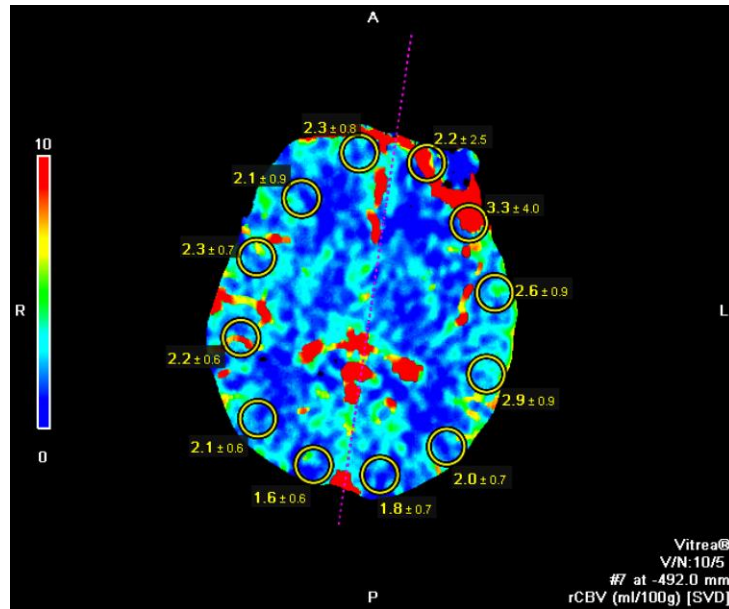
Caso 3: Paciente masculino de 27 años, de edad con hemorragia subaracnoidea grado 1 de Fisher modificada, clasificado dentro del grupo 1 de autorregulación en respuesta a al trauma, es decir con aumento o en límites-altos normales en los valores de velocidad de perfusión cerebral o volumen de perfusión cerebral y con disminución en el tiempo de tránsito medio.



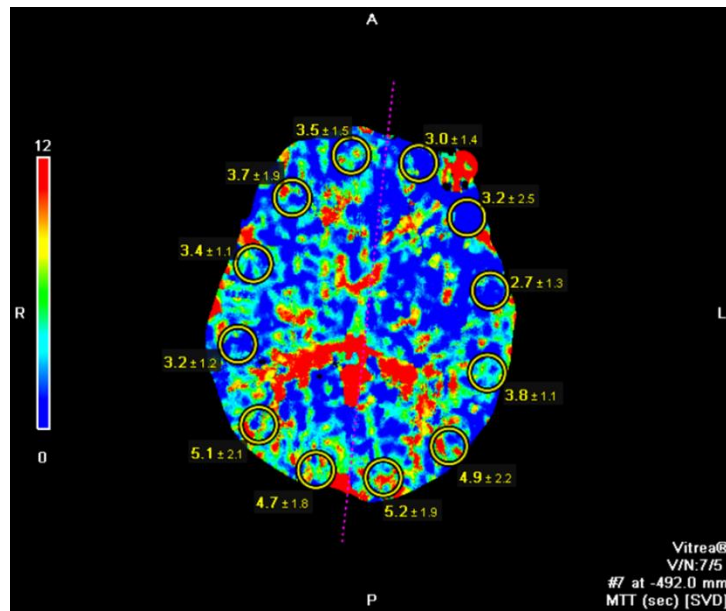
**Caso 3: Tomografía simple cráneo con grado 1 de hemorragia subaracnoidea en escala de Fisher modificada**



**Caso 3: Velocidad de perfusión cerebral con valores en límites altos normales.**



Caso 3: Volumen de perfusión cerebral con valores normales



Caso 3: Perfusión cerebral con tiempo de tránsito medio disminuido