



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad De Medicina

División De Estudios De Posgrado e Investigación

Hospital Regional De Alta Especialidad Del Bajío

**Delta de CO₂ Arterio- Venoso Como Marcador Pronóstico de Morbilidad y Mortalidad
en Pacientes Sometidos a Cirugía Neurológica.**

TESIS

Que para obtener el título de:

ESPECIALIDAD EN ANESTESIOLOGIA

Presenta

Dra. María Del Pilar Pérez Bedolla

Director De Tesis:

Dra. Rocío Del Carmen Mendoza Trujillo

Anestesiología y Medicina del Enfermo en Estado Crítico

Asesor Estadístico:

Dr. José Antonio De Jesús Álvarez Canales

Investigador en Ciencias Médicas

Ciudad Universitaria, CD. MX., 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Gracias Dios por el diseño de cada detalle de mi vida, por guiar mis pasos en silencio, y sin pedir nada a cambio me lo has dado todo.

A mis padres, gracias por todo y gracias por tanto. Gran parte de lo que soy es su ejemplo y dedicación, gracias por ser mis maestros de vida, mis amigos incondicionales, por enseñarme que darse por vencida nunca será una opción, que la victoria se alcanza solo con empeño y trabajo. Gracias por su confianza puesta en mí, sin ustedes jamás habría llegado a la cima, por eso con emoción y orgullo hoy les digo: **Misión Cumplida.**

A José por ser mi compañero de viaje, por vencer juntos los obstáculos que la vida nos presentó, gracias por tu comprensión, quiero que sientas que el objetivo logrado también es tuyo. Te amo.

A Many y Victoria: Probablemente en este momento no entenderán mis palabras, pero para cuando puedan hacerlo, quiero que se den cuenta de lo que significan para mí, han sido la razón de seguir; sabiendo que jamás existirá una forma de agradecer una vida de lucha, sacrificio y esfuerzo constantes, solo deseo que comprendan que el logro mío es suyo también, y que mi esfuerzo es inspirado en ustedes. Los amo.

A mis Hermanos: Miriam, Gaby, Toto y Chayis. Gracias por su amor y apoyo incondicional. Son los mejores del mundo.

A todo el equipo de anestesiólogos del HRAEB especialmente a la Dra. Roció del Carmen Mendoza Trujillo por ser mi directora de tesis, Dr. Sergio Manuel Orozco Ramírez y a la Dra. Silvia Ojeda Gómez por apoyar mi proyecto de tesis. Muchas Gracias.

Al Dr. José Antonio De Jesús Álvarez Canales, investigador y profesor, muchas gracias por su paciencia y gran apoyo.

A mis maestros que supieron guiar mis pasos al camino del conocimiento, con admiración y respeto, Gracias.

INDICE

ANTECEDENTES	4
JUSTIFICACIÓN	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
HIPÓTESIS	10
OBJETIVOS	11
MATERIAL Y METODOS	12
RESULTADOS	19
DISCUSIÓN	30
CONCLUSIONES	32
ANEXOS	33
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	38

ANTECEDENTES

La oxigenación tisular se define como el aporte de oxígeno adecuado a la demanda. La demanda de oxígeno depende de los requerimientos metabólicos de cada tejido.(1) De este modo la hipoperfusión tisular es el aporte insuficiente de nutrientes y oxígeno necesarios para la actividad celular normal (2). La incapacidad para satisfacer un aumento en la demanda de oxígeno (O_2), ya sea por un aumento en el suministro de O_2 o de la extracción de O_2 , puede conducir a hipoxia tisular.(3)(4)

Cualquier paciente ante una lesión aguda, puede presentar disfunción celular secundaria a hipoperfusión e hipoxia a nivel tisular. La inestabilidad hemodinámica, condiciona en estos pacientes, disfunción celular por falla a nivel mitocondrial, lo que desencadena disminución en los sustratos de alta energía, llevando al sujeto a una disfunción tisular, posteriormente, disfunción orgánica secuencial y finalmente la muerte. (1)(4)

Existen cuatro mecanismos fisiopatológicos potenciales de hipoperfusión, y no necesariamente exclusivos: hipovolemia, factores cardiogénicos, factores obstructivos o factores distributivos.(5) Los tres primeros mecanismos se caracterizan por un bajo gasto cardíaco y, por lo tanto, un transporte de oxígeno inadecuado; y dentro de los factores distributivos, el déficit principal se encuentra en la periferia, con disminución de la resistencia vascular sistémica y extracción alterada de oxígeno. Los pacientes con insuficiencia circulatoria aguda a menudo tienen una combinación de estos mecanismos.(5)(6)(7)

En tanto, los pilares de la prevención y tratamiento del paciente en riesgo de sufrir hipoperfusión o que cursa con ella son, el mantenimiento del volumen intravascular efectivo mediante la infusión de soluciones, desembocando en mejora del gasto cardíaco, para lograr un ambiente propicio a las células para su función, tanto a nivel extracelular como intracelular, teniendo siempre en mente el asegurar la funcionalidad del glicocáliz celular el cual es un elemento fundamental para el intercambio de nutrientes y de elementos de desecho celulares, de esta maniobra terapéutica se asegura la función correcta de la mitocondria, organelo

fundamental en la teoría de la hipoperfusión y cuya disfunción condiciona la liberación de diversas moléculas autodigestivas potencialmente letales para la célula.(8)(9)

Soporte ventilatorio, esto significa el aporte adecuado de oxígeno en el momento adecuado, sea el caso del paciente intubado en el cual el aporte de oxígeno depende de la modificación en los parámetros de ventilación como lo es el volumen minuto, volumen corriente, un correcto PEEP así como la cantidad de fracción inspirada de oxígeno lo cual es un escenario común en el paciente sometido a cirugía mayor o críticamente enfermo. La ventilación mecánica invasiva tiene los beneficios adicionales de reducir la demanda de oxígeno de los músculos respiratorios y disminuir la poscarga del ventrículo izquierdo al aumentar la presión intratorácica, aportando un elemento más a la optimización de la volemia.(8)(10)

El objetivo principal de la reanimación no solo es restaurar la presión sanguínea sino también proporcionar un metabolismo celular adecuado.

Uso de fármacos vasopresores, una vez optimizada la volemia, existen casos en la que los mecanismos de autorregulación de la tensión arterial no son los adecuados, sea esto por daño celular endotelial o la liberación de toxinas que llevan al aumento de elementos vasodilatadores, perdiendo por lo tanto la presión intraluminal disminuyendo la capacidad de transporte por los mecanismos de osmosis. En los escenarios en los que los pacientes no pueden mantener los niveles de tensión arterial por arriba de las metas establecidas, es menester adicionar fármacos con acción vasopresora (norepinefrina, epinefrina, dopamina) o mejorar el performance ventricular con drogas cuya farmacodinamia esté encaminada a optimizar el inotropismo (dobutamina, levosimendan, milrinona). (8)

Por lo tanto, la prevención de la hipoperfusión se centra en la correcta identificación de los mecanismos patogénicos ya descritos y el tratamiento oportuno de cada uno de ellos si es el caso. (5)(8)

La identificación temprana y la corrección de la hipoperfusión tisular, centrándose en el gasto cardíaco y el suministro de oxígeno tisular, es de particular importancia y puede mejorar los resultados de los pacientes. Existe evidencia suficiente que demuestra que la presencia de parámetros macrocirculatorios normales aparentes no asegura un suministro adecuado de oxígeno y la ausencia de perfusión tisular comprometida; y las variables derivadas del oxígeno

están mal correlacionadas con el metabolismo anaeróbico, por lo tanto, pueden ser normales cuando la disoxia del tejido está presente debido al déficit microcirculatorio.(6)

En la actualidad, los biomarcadores más útiles para objetivar la hipoperfusión tisular son el lactato en sangre, las saturaciones venosas de oxígeno (SvO₂ y SvcO₂)y el delta de CO₂, el cual se ha demostrado tiene un buen valor predictivo positivo como marcador de perfusión, así como asociación con la mortalidad en los pacientes en estado de choque.(1)(4)

La evidencia del papel del delta de CO₂ como marcador de hipoperfusión en los pacientes críticos es un hecho bien conocido. En 1996 Cavaliere et al, encontraron que la diferencia de CO₂ venoso y arterial representa un útil parámetro para monitorizar la perfusión tisular durante el periodo postquirúrgico temprano en pacientes postoperados de revascularización miocárdica. Cuschieri y Rivers en el 2005 concluyeron en su trabajo que el delta de CO₂ obtenido de una muestra de catéter en la arteria pulmonar y catéter central, se correlacionan de manera inversa con el índice cardiaco , por lo que la sustitución de una delta de CO₂ aporta una alternativa aguda para el cálculo de gasto cardiaco (11). Nevieri et al. demostraron que un incremento en el delta de CO₂ se debió principalmente a la disminución del gasto cardiaco y la presencia de hipoxia isquémica. (12)(13)(14)

El delta de CO₂ es la diferencia entre el valor de CO₂ venoso y arterial calculándose con la siguiente fórmula: $DCO_2 = PvCO_2 - PaCO_2$ tomándose como valor de corte 6 mmHg.(13) La diferencia arteriovenosa de CO₂ (ΔCO_2) bajo condiciones fisiológicas no excede más de 6mmHg (0.8 kPa), reflejando adecuado flujo venoso y volumen cardiaco, por tanto el valor de corte de ΔCO_2 de 6 mmHg discrimina entre alto y bajo aclaramiento de lactato e índice cardiaco.**3** Diversos estudios han demostrado que un delta CO₂ > 6 mmHg persistente durante más de 12 horas podrían señalar la persistencia de hipoperfusión periférica, aun con valores normales de SvcO₂, lo cual se asocia a un peor pronóstico y aumenta la mortalidad.(13)

Diariamente se producen cerca de 15,000 y 20,000 mmol. de CO₂. El balance de CO₂ se logra cuando la cantidad producida por el metabolismo celular es transportada por la circulación y excretada por los pulmones. La hipercapnia tisular aumenta cuando hay falla circulatoria secundaria a disfunción miocárdica, hipovolemia o sepsis.(6)(15)

El CO₂ tiene un flujo arterial y un flujo venoso. La diferencia arteriovenosa de p CO₂, ya sea de sangre venosa o de sangre venosa central ha sido considerada un marcador de la capacidad del sistema cardiovascular para eliminar el CO₂ producido en los tejidos periféricos e incluso se ha demostrado que presenta correlación inversa con el índice cardíaco.(1)

Sin embargo, a pesar de los resultados prometedores tanto de datos clínicos como experimentales, la importancia pronóstica de la brecha de CO₂ sólo se ha examinado a un grupo pequeño de estudios, destacando principalmente pacientes con choque séptico en la UCI, pacientes sometidos a cirugía cardíaca y en el contexto de traumatismo quirúrgico mayor principalmente de índole abdominal.(12)

El paciente sometido a cirugía neurológica es un paciente con alto riesgo de complicaciones hemodinámicas y las patologías que motivan los procedimientos neuroquirúrgicos suelen ser graves y pueden condicionar el estado vital de los pacientes. La cirugía presenta una serie de características que hacen particular su manejo neuroanestésico, entre las que se encuentran posiciones extremas del paciente, los cambios fisiopatológicos que éstas representan, los cambios bruscos de postura pueden inducir grandes cambios hemodinámicos; las complicaciones asociadas directamente a la localización de la neuropatología y el riesgo de hemorragia que estas conllevan, la estimulación quirúrgica y desencadenamiento del reflejo trigeminocardíaco también son factores que propician desequilibrio hemodinámico en estos pacientes. (16)

La monitorización hemodinámica durante la fase aguda de la hipoperfusión será útil en la caracterización y en la toma de decisiones , así como en la evaluación de la respuesta del paciente a la reanimación, por lo que las variables utilizadas deberán valorar la persistencia o resolución de la hipoxia tisular.(1)

Al no existir literatura de la utilidad del Delta de CO₂ en pacientes sometidos a cirugía neurológica y al ser una población con riesgo alto de complicaciones postquirúrgicas relacionadas con el manejo transquirúrgico se plantea la medición del delta de co₂ como marcador de hipoperfusión tisular y morbi-mortalidad.

JUSTIFICACIÓN.

La necesidad de realizar un estudio de tales características en nuestro hospital es la evidente y creciente cantidad de pacientes con patología neurológica que amerita tratamiento quirúrgico; así como ser una población con alta incidencia a sufrir complicaciones. La falta de un marcador estándar de hipoperfusión tisular, su impacto a diversas escalas, así como aumento en los índices de morbi-mortalidad. Además de que se plantea como un estudio pionero en la población estudiada y la utilidad al intentar mejorar las condiciones del paciente en el periodo transanestésico. De tal forma que al determinar el impacto que tiene esta medición en dicho grupo, así como las decisiones que estas conlleven en el manejo que causa un impacto en la morbi – mortalidad de los pacientes.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Al ser el paciente sometido a cirugía neurológica, un paciente con alto riesgo de complicaciones hemodinámicas, secundarias a hipoperfusión tisular; presentándose en un alto porcentaje, ante parámetros macrocirculatorios normales aparentes

¿La medición de delta de CO₂ tiene utilidad como marcador pronóstico de morbilidad y mortalidad en pacientes sometidos a cirugía neurológica?

HIPOTESIS DE TRABAJO

Hipótesis

La medición de delta de CO₂ tiene utilidad como marcador pronóstico de morbilidad y mortalidad en pacientes sometidos a cirugía neurológica

Hipótesis Nula

La medición de delta de CO₂ no tiene utilidad como marcador pronóstico de morbilidad y mortalidad en pacientes sometidos a cirugía neurológica

OBJETIVOS.

Objetivo general:

Determinar si la medición del delta de CO₂ tiene utilidad como marcador pronóstico de morbilidad y mortalidad en pacientes sometidos a cirugía neurológica.

MATERIAL Y METODOS

Fecha de inicio y conclusión: del 13 de abril del 2018 al 26 de julio del 2018.

Ámbito: Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío en la Ciudad de León, Guanajuato, México.

Tipo de estudio: Prospectivo, Observacional, No Controlado, Analítico, Unicéntrico para evaluar la correlación entre una prueba diagnóstica y el desenlace clínico de pacientes sometidos a cirugía neurológica.

Universo de estudio: Pacientes sometidos a cirugía neurológica, mayores de 18 años de edad, sin predilección por el género, que cuenten o se les coloque un catéter venoso central previo el evento quirúrgico, como parte del protocolo del paciente sometido a cirugía neurológica, así como la toma de rayos x para corroborar adecuada posición del catéter previo a su uso.

Cálculo del tamaño de muestra: Se determinó un tamaño muestral mínimo de 65 pacientes para identificar una correlación de 0.80 y al considerar un valor alfa de 0.05 y una probabilidad de cometer un error de tipo II (beta) de 0.20, mediante la fórmula:

$$N = [(Z_{\alpha} + Z_{\beta})/C]^2 + 3 = 65$$

Procedimiento:

Todos los pacientes fueron captados al ser programados para cirugía neurológica en el Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío en la ciudad de León, Guanajuato, México para valorar criterios de inclusión y no inclusión, a los que contaban con criterios de inclusión, se les propuso participar en el estudio y se les solicitó firmar la carta de consentimiento informado de manera voluntaria. A quienes aceptaron participar se les realizó una historia clínica para recabar los datos del paciente, así como la valoración preanestésica convencional, se analizaron sus constates vitales, resultados de estudios de laboratorio,

tratamientos previos a la cirugía; con el objetivo de determinar la presencia o ausencia de falla orgánica o algún factor que impidiera la inclusión en el estudio.

Se formó un grupo de estudio en el cual se analizó el impacto que tuvo el delta de CO₂ mayor de 6 mmHg, en la morbilidad, mortalidad, falla orgánica definida por SOFA.

Se les realizó la toma de 3 muestras, la primera posterior a la inducción anestésica, la segunda en el transanestésico y la última previa a la extubación del paciente y/o al final del procedimiento quirúrgico. Cada una de las muestras fue tomada en los momentos previamente descritos, y con el paciente hemodinámicamente estable (parámetros macrocirculatorios), con o sin uso de fármacos vasoactivos.

La determinación del delta de CO₂ se realizó con la toma de gasometría venosa y arterial mediante un Analizador Clínico Portátil modelo i-STAT el cual mide pH, pO₂, pCO₂, Presión Barométrica, iones y metabolitos. La Calibración es automática, y se realiza inmediatamente antes de efectuarse la medida de cada muestra, detectando cualquier anomalía que hubiese en el cartucho (los líquidos de calibración están contenidos en el propio cartucho). El volumen de la muestra fue de 95 microlitros.

El seguimiento de los pacientes se monitorizó a las 12, 24 y 72 horas posteriores al término del acto quirúrgico, documentando la presencia de complicaciones y/o falla orgánica que pudieran presentarse durante el estudio

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de Inclusión

- Pacientes con diagnóstico de enfermedad neurológica meritorios a tratamiento quirúrgico en los que como parte del protocolo prequirúrgico ameriten colocación de catéter venoso central y línea arterial (monitore invasivo).
- Ambos géneros.

- Cualquier edad mayor de 18 años.
- Que desee colaborar en la investigación.

Criterios de no inclusión

- Pacientes sometidos a cirugía neurológica no meritorios a monitoreo invasivo.
- Que no deseen participar en el protocolo.

Criterios de eliminación

- Pacientes con falla cardiaca previa al evento quirúrgico.
- Pacientes con estado de sepsis o choque séptico previo al evento quirúrgico
- Pacientes con falla orgánica previa la intervención quirúrgica medida por SOFA.
-

Intervención: Se evalúo la relevancia clínica de los altos valores de la brecha PCO₂ mediante la obtención de gasometría venosa y arterial y su relación con la morbimortalidad dentro de las 72 horas postquirúrgicas.

Se tomaron 3 muestras, la primera posterior a la inducción anestésica, la segunda en el transanestésico y la última previa a la extubación del paciente y/o al final del procedimiento quirúrgico, y con el paciente hemodinámicamente estable (parámetros macrocirculatorios), con o sin uso de fármacos vasoactivos.

Variables

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

Variable	Definición	Operacional	Tipo	Valores
Delta de CO ₂	Diferencia entre el valor de CO ₂ venoso y arterial.	calculándose con la siguiente fórmula: $DCO_2 = PvCO_2 - PaCO_2$	Cuantitativa	mmHg

		tomándose como valor de corte 6 mmHg		
Morbilidad	cantidad de individuos considerados enfermos o que son víctimas de una enfermedad en un espacio y tiempo determinado		Cuantitativa y cualitativa	Número de casos
Mortalidad	Número proporcional de muertes en una población y tiempo determinado		Cuantitativa	Número de casos
Género	Atributos de un hombre o mujer. Referente a la sexualidad.		Cualitativa	Hombre o Mujer
Edad	Tiempo que ha durado o vivido una persona o ser vivo.		Cuantitativa	Años
Escala SOFA	Escala utilizada para seguir el estado del paciente durante su estadía en la Unidad de Cuidados Intensivos		Cuantitativa	Puntos
Índice de Kirby PaO_2/FiO_2	Cociente que determina la cantidad de oxígeno disuelto en la sangre a partir del oxígeno suministrado,	Cociente= PaO_2/FiO_2	Cuantitativa	mmHg
Plaquetas	Fragmentos citoplasmáticos irregulares, que intervienen en el proceso de coagulación	Resultado de laboratorio en $10^3/mm^3$	Cuantitativa	$10^3/mm^3$

Bilirrubina	pigmento biliar que resulta de la degradación de la hemoglobina de los eritrocitos	Resultado de laboratorio en mg/dL	cuantitativa	mg/dL
Presión arterial	Presión que ejerce la sangre contra la pared de las arterias	Mediante uso de transductor de arteria o de no contar con ella mediante presión arterial no invasiva	cuantitativa	mmHg
Escala de Glasgow	Escala que evalúa el nivel del estado de alerta	Exploración física	Cuantitativa	Puntos
Creatinina	Compuesto orgánico generado a partir de la degradación de la creatina	Resultado de laboratorio en mg/dL	Cuantitativa	mg/dL
Flujo urinario	Cantidad de orina producida en un tiempo determinado	Resultado de cuantificación en mL/d	Cuantitativa	mL/d

Análisis estadístico

El análisis descriptivo de las variables se realizó en base a la naturaleza de las mismas. Para las variables cualitativas se reportaron proporciones y su intervalo de confianza del 95% (IC95%); mientras que, para las variables cuantitativas, se reportaron medias y su desviación estándar o mediana y su rango intercuartílico (Q1 a Q3), según la naturaleza de la distribución de las mismas. Se determinó la normalidad en la distribución de los datos mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Se realizó un análisis comparativo entre el delta de CO₂ y las variables evaluadas mediante pruebas inferenciales, según la naturaleza de dichas variables. Para las variables cualitativas

el análisis se realizó mediante la prueba de chi cuadrada o la prueba exacta de Fisher, según sea el número de valores esperados en las tablas de 2x2. Para las variables cuantitativas se evaluaron diferencias mediante la prueba t de student y la prueba de ANOVA de medidas repetidas o mediante sus equivalentes no paramétricos (prueba U de Mann-Whitney, Prueba de Kruskal-Wallis), según sea la distribución de los datos.

La utilidad de la prueba de Delta CO₂ con respecto a la morbilidad y mortalidad de los pacientes sometidos a cirugía neurológica se evaluó mediante la obtención de las curvas receptor-operador (Curvas ROC) y se determinaron tanto los puntos de corte más representativos como los parámetros de utilidad diagnóstica: Sensibilidad, Especificidad, Valores Predictivos (positivo y negativo) y Razones de verosimilitud (positiva y negativa).

Se realizó un análisis de riesgos mediante la construcción de tablas de contingencia y se determinó el riesgo relativo, reducción absoluta y relativa del riesgo, así como el número necesario a estudiar. Se determinó una correlación entre el delta CO₂ y la evolución clínica del paciente mediante un modelo de regresión múltiple. El análisis estadístico se realizó mediante la herramienta informática anidada en la red VassarStats.net. Se consideró como significativo un valor $p < 0.05$.

Aspectos éticos.

El proyecto se normó por la Declaración de Helsinki. A todas las personas que decidieron participar en el estudio se les explicaron los riesgos y beneficios en un lenguaje coloquial de los diferentes procedimientos realizados en el proyecto por parte del estudiante que participa en la investigación. De igual manera se normó por el Código de Nuremberg al solicitarse de manera voluntaria su aprobación firmando una carta de consentimiento informado posterior a la explicación realizada al paciente y previo a la inclusión del estudio, la firma se recabó por parte del estudiante que participa en esta investigación.

Este estudio se realizó por la evidente y creciente cantidad de pacientes con patología neurológica que amerita tratamiento quirúrgico; así como ser una población con alta incidencia a sufrir complicaciones. La falta de un marcador estándar de hipoperfusión tisular, su impacto a diversas escalas, así como aumento en los índices de morbi-mortalidad. Además de que se

plantea como un estudio pionero en la población estudiada y la utilidad al intentar mejorar las condiciones del paciente en el periodo transanestésico. De tal forma que al determinar el impacto que tiene esta medición en dicho grupo, así como las decisiones que estas conlleven en el manejo que causa un impacto en la morbi – mortalidad de los pacientes.

Se realizó la investigación en las instalaciones óptimas y con personas calificadas para desarrollar esta investigación.

De acuerdo al artículo 13, título segundo, capítulo I del mismo se mantendrá en todo momento el respeto a la dignidad y la protección de los derechos y bienestar de los sujetos de investigación en este estudio.

La información recabada de cada paciente, sirvió para uso exclusivo de la investigación, protegiendo la confidencialidad de cada uno de los pacientes que acepten participar en esta investigación.

Se les informó que el estudio no se realizaría con fines lucrativos. Fue un proyecto que se solventó por el investigador y por el Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío, por lo que no se brindó incentivo o recompensa alguna a quien decidió formar parte de la investigación.

Se le garantizó a cada participante la aclaración de cualquier duda o interrogante si así lo solicitase.

Se les notificó a todos los participantes que tienen la libertad de abandonar el estudio en el momento que consideren, sin que con ello se produzca perjuicio alguno.

Tomando en cuenta que es un estudio con beneficio mayor al mínimo por la toma de muestras venosas y arteriales con fin de medir delta de CO₂.

RESULTADOS

Se evaluó un total de 27 pacientes, 16 del sexo femenino (57%) y 11 del sexo masculino (39%). La edad promedio del total de los pacientes fue de 48.1 (16.8) años. En la tabla 1 se muestran con detalle los datos del análisis descriptivo de las variables evaluadas.

Análisis Demográfico

Variable	n (%) X (DE)
Población estudiada	27 pacientes
Sexo	Masculino 11 (41%) Femenino 16 (59%)
Rango de edades	18 años a 77 años
Edad Promedio	48.1 (16.81)
Diagnóstico	Epilepsia de difícil control (7%) Tumores benignos del encéfalo (67%) Tumores malignos (26%)
Procedimiento quirúrgico	Biopsia por craneotomía (27%) Resección de tumor transcraneal (57%) Resección de tumor vía transesfenoidal (12%) Resección de tumor vía transfacial (4%)
Promedio Días de estancia en UCI	
Mayor estancia	2.74 (3.05)
Menor estancia	1 días 13 días
EIH	
EIH más prolongada	11.03 (10.12)
EIH más corta	50 días 3 días
Promedio Días Intubación	
Intubación más prolongada	1.85 (6.18)
Intubación más corta	32 días 1 días

Tabla 1. Análisis demográfico **UCI Unidad de Cuidados Intensivos **EIH: Estancia Intrahospitalaria

De los 27 pacientes analizados se observó que en la primera medición se presentó un delta de CO₂ en promedio de 2.3 (1.4), en la medición transanestésica el delta CO₂ tuvo un valor promedio de 3.4(1.99) y en la medición final se observó un delta CO₂ promedio de 3.45 (2.03); esta diferencia fue estadísticamente significativa (F=4.61, grados de libertad=2, P<0.05; la prueba post hoc de Tukey señala P>0.05 entre la medición del transanestésico y la final.

Se determinó una utilidad diagnóstica de la medición inicial del delta de CO₂ con respecto a la falla orgánica por la escala de SOFA medida a las 24h; de tal manera que se determinó una sensibilidad del 10%, una especificidad del 100%, un valor predictivo positivo de 100% y un valor predictivo negativo del 65.3%, LR+ = infinito, LR-= 0.9 y una prevalencia de 37% de complicaciones determinadas por la escala de SOFA. El análisis de asociación mostro un coeficiente phi =+0.26, pero esta asociación no fue estadísticamente significativa (prueba exacta de Fisher p>0.05). Se muestra en la tabla 2.

	SOFA>2	SOFA <2	Total
Delta >6	1	0	1
Delta <6	9	17	26
Total	10	17	27

Tabla 2. Análisis de prueba diagnóstica para el **primer cálculo** del delta de CO₂ respecto al puntaje de la escala SOFA medido en los pacientes a las **24horas**. Se consideró como positivo un delta de CO₂ mayor a 6mmHg mientras que un puntaje mayor a 2 en la escala de SOFA se consideró como complicaciones.

Se determinó una utilidad diagnóstica de la medición inicial del delta de CO₂ con respecto a la falla orgánica por la escala de SOFA medida a las 48h; de tal manera que se determinó una sensibilidad del 0%, una especificidad del 95.2%, un valor predictivo positivo de 0% y un valor predictivo negativo del 76.9%, LR+ = 0, LR-= 0.3 y una prevalencia de 22.2% de complicaciones determinadas por la escala de SOFA. El análisis de asociación mostro un coeficiente phi =-0.1 pero esta asociación no fue estadísticamente significativa (prueba exacta de Fisher p>0.05). Se muestra en la tabla 3.

	SOFA>2	SOFA<2	Total
Delta >6	0	1	1
Delta <6	6	20	26
Total	6	21	27

Tabla 3. Análisis de prueba diagnóstica para el **primer** cálculo del delta de CO₂ respecto al puntaje de la escala SOFA medido en los pacientes a las **48horas**. Se consideró como positivo un delta de CO₂ mayor a 6mmHg mientras que un puntaje mayor a 2 en la escala de SOFA se consideró como complicaciones

Se determinó una utilidad diagnóstica de la medición inicial del delta de CO₂ con respecto a la falla orgánica por la escala de SOFA medida a las 72h; de tal manera que se determinó una sensibilidad del 0%, una especificidad del 95.8%, un valor predictivo positivo de 0% y un valor predictivo negativo del 88.4%, LR+ = 0, LR-= 0.13 y una prevalencia de 11.1% de complicaciones determinadas por la escala de SOFA. El análisis de asociación mostro un coeficiente phi =-0.07, pero esta asociación no fue estadísticamente significativa (prueba exacta de Fisher p>0.05). Se muestra en la tabla 4.

	SOFA >2	SOFA <2	Total
Delta >6	0	1	1
Delta <6	3	23	26
Total	3	24	27

Tabla 4. Análisis de prueba diagnóstica para el **primer** cálculo del delta de CO₂ respecto al puntaje de la escala SOFA medido en los pacientes a las **72 horas**. Se consideró como positivo un delta de CO₂ mayor a 6mmHg mientras que un puntaje mayor a 2 en la escala de SOFA se consideró como complicaciones

Se determinó una utilidad diagnóstica de la segunda medición del delta de CO₂ con respecto a la falla orgánica por la escala de SOFA medida a las 24h; de tal manera que se determinó una sensibilidad del 10%, una especificidad del 94.1%, un valor predictivo positivo de 50% y un valor predictivo negativo del 64%, LR+ = 1.7, LR-= 0.95y una prevalencia de 37.03% de complicaciones determinadas por la escala de SOFA. El análisis de asociación mostro un coeficiente phi =+0.08, pero esta asociación no fue estadísticamente significativa (prueba exacta de Fisher p>0.05). En la tabla 5 se muestra

	SOFA >2	SOFA <2	Total
Delta >6	1	1	2
Delta <6	9	16	25
Total	10	17	27

Tabla 5. Análisis de prueba diagnóstica para el **segundo** cálculo del delta de CO₂ respecto al puntaje de la escala SOFA medido en los pacientes a las **24 horas**. Se consideró como positivo un delta de CO₂ mayor a 6mmHg mientras que un puntaje mayor a 2 en la escala de SOFA se consideró como complicaciones

Se determinó una utilidad diagnóstica de la segunda medición del delta de CO₂ con respecto a la falla orgánica por la escala de SOFA medida a las 48h; de tal manera que se determinó una sensibilidad del 16%, una especificidad del 95.2%, un valor predictivo positivo de 50% y un valor predictivo negativo del 80%, LR+ = 3.5, LR-= 0.87 y una prevalencia de 22.2% de complicaciones determinadas por la escala de SOFA. El análisis de asociación mostro un coeficiente phi =+0.19, pero esta asociación no fue estadísticamente significativa (prueba exacta de Fisher p>0.05). En la tabla 6 se muestra

	SOFA >2	SOFA <2	Total
Delta >6	1	1	2
Delta <6	5	20	25
Total	6	21	27

Tabla 6. Análisis de prueba diagnóstica para el **segundo** cálculo del delta de CO₂ respecto al puntaje de la escala SOFA medido en los pacientes a las **48 horas**. Se consideró como positivo un delta de CO₂ mayor a 6mmHg mientras que un puntaje mayor a 2 en la escala de SOFA se consideró como complicaciones

Se determinó una utilidad diagnóstica de la segunda medición del delta de CO₂ con respecto a la falla orgánica por la escala de SOFA medida a las 72h; de tal manera que se determinó una sensibilidad del 66.6%, una especificidad del 100%, un valor predictivo positivo de 100% y un valor predictivo negativo del 96%, LR+ = infinito, LR-= 0.33 y una prevalencia de 11.1% de complicaciones determinadas por la escala de SOFA. El análisis de asociación mostro un coeficiente phi =+0.8, esta asociación fue estadísticamente significativa (prueba exacta de Fisher p<0.05). En la tabla 7 se muestra

	SOFA>2	SOFA <2	Total
Delta>6	2	0	2
Delta <6	1	24	25
Total	3	24	27

Tabla 7. Análisis de prueba diagnóstica para **el segundo** cálculo del delta de CO₂ respecto al puntaje de la escala SOFA medido en los pacientes a las **72 horas**. Se consideró como positivo un delta de CO₂ mayor a 6mmHg mientras que un puntaje mayor a 2 en la escala de SOFA se consideró como complicaciones

Se determinó una utilidad diagnóstica de la última medición del delta de CO₂ con respecto a la falla orgánica por la escala de SOFA medida a las 24h; de tal manera que se determinó una sensibilidad del 20%, una especificidad del 94.1%, un valor predictivo positivo de 66.6% y un valor predictivo negativo del 66.6%, LR+ = 3.4, LR-= 0.85 y una prevalencia de 37.03% de complicaciones determinadas por la escala de SOFA. El análisis de asociación mostro un coeficiente phi =+0.22, pero esta asociación no fue estadísticamente significativa (prueba exacta de Fisher p>0.05). En la tabla 8 se muestra

	SOFA>2	SOFA <2	Total
Delta>6	2	1	3
Delta<6	8	16	24
Total	10	17	27

Tabla 8. Análisis de prueba diagnóstica para **el tercer** cálculo del delta de CO₂ respecto al puntaje de la escala SOFA medido en los pacientes a las **24 horas**. Se consideró como positivo un delta de CO₂ mayor a 6mmHg mientras que un puntaje mayor a 2 en la escala de SOFA se consideró como complicaciones

Se determinó una utilidad diagnóstica de la última medición del delta de CO₂ con respecto a la falla orgánica por la escala de SOFA medida a las 48h; de tal manera que se determinó una sensibilidad del 33.3%, una especificidad del 95.2%, un valor predictivo positivo de 66.6% y un valor predictivo negativo del 83.3%, LR+ = 7, LR-= 0.7 y una prevalencia de 22.2% de complicaciones determinadas por la escala de SOFA. El análisis de asociación mostro un coeficiente phi =+0.38, pero esta asociación no fue estadísticamente significativa (prueba exacta de Fisher p>0.05). En la tabla 9 se muestra.

	SOFA>2	SOFA <2	Total
Delta >6	2	1	3
Delta<6	4	20	24
Total	6	21	27

Tabla 9. Análisis de prueba diagnóstica para **el tercer** cálculo del delta de CO₂ respecto al puntaje de la escala SOFA medido en los pacientes a las **48 horas**. Se consideró como positivo un delta de CO₂ mayor a 6mmHg mientras que un puntaje mayor a 2 en la escala de SOFA se consideró como complicaciones

Se determinó una utilidad diagnóstica de la última medición del delta de CO₂ con respecto a la falla orgánica por la escala de SOFA medida a las 72h; de tal manera que se determinó una sensibilidad del 66.6%, una especificidad del 95.8%, un valor predictivo positivo de 66.6% y un valor predictivo negativo del 95.8%, LR+ = 16, LR-= 0.34 y una prevalencia de 11.1% de complicaciones determinadas por la escala de SOFA. El análisis de asociación mostro un coeficiente phi =+0.63, esta asociación fue estadísticamente significativa (prueba exacta de Fisher p<0.05) En la tabla 9 se muestra

	SOFA>2	SOFA<2	Total
Delta>6	2	1	3
Delta<6	1	23	24
Total	3	24	27

Tabla 10. Análisis de prueba diagnóstica para el tercer cálculo del delta de CO₂ respecto al puntaje de la escala SOFA medido en los pacientes a las 72 horas. Se consideró como positivo un delta de CO₂ mayor a 6mmHg mientras que un puntaje mayor a 2 en la escala de SOFA se consideró como complicaciones

Con respecto a la evaluación de la utilidad diagnóstica de las distintas mediciones del delta CO₂ con la presencia de complicaciones en las primeras 72h después del evento anestésico-quirúrgico, se determinó lo siguiente:

De los 27 pacientes incluidos en el estudio 4 presentaron complicaciones en las primeras 72h, dentro de las que se enlistan: delirio, panhipopituitarismo, hematoma de lecho quirúrgico, neumoencéfalo, afasia de broca, neumonía por aspiración, reintubación, SIRA moderado, reingreso a UCI; y dos pacientes más presentaron complicaciones tardías (después del tercer día)

Se determinó una utilidad diagnóstica de la primera medición del delta de CO₂ con respecto a las complicaciones presentadas dentro de las primeras 72h; de tal manera que se determinó una sensibilidad del 25%, una especificidad del 100%, un valor predictivo positivo de 100% y un valor predictivo negativo del 88.5%, LR+ = infinito, LR-= 0.75 y una prevalencia de 14.8% de complicaciones. El análisis de asociación mostro un coeficiente phi =+0.47, esta asociación no fue estadísticamente significativa (prueba exacta de Fisher p>0.05). Se muestra en la tabla 11.

	Complicaciones	Sin Complicaciones	Total
Delta>6	1	0	1
Delta<6	3	23	26
Total	4	23	27

Tabla 11. Análisis de prueba diagnóstica para el primer cálculo del delta de CO₂ respecto a las complicaciones presentadas a las 72 horas. Se consideró como positivo un delta de CO₂ mayor a 6mmHg.

Se determinó una utilidad diagnóstica de la segunda medición del delta de CO₂ con respecto a las complicaciones presentadas dentro de las primeras 72h; de tal manera que se determinó una sensibilidad del 25%, una especificidad del 95.7%, un valor predictivo positivo de 50% y un valor predictivo negativo del 88%, LR+ = 5.75, LR- = 0.784 y una prevalencia de 14.8% de complicaciones. El análisis de asociación mostro un coeficiente phi = +0.28, esta asociación no fue estadísticamente significativa (prueba exacta de Fisher p > 0.05) En la tabla 12 se muestra

	Complicaciones	Sin Complicaciones	Total
Delta > 6	1	1	2
Delta < 6	3	22	25
Total	4	23	27

Tabla 12. Análisis de prueba diagnóstica para el **segundo** cálculo del delta de CO₂ respecto a las complicaciones presentadas a las **72 horas**. Se consideró como positivo un delta de CO₂ mayor a 6mmHg.

Se determinó una utilidad diagnóstica de la final medición del delta de CO₂ con respecto a las complicaciones presentadas dentro de las primeras 72h; de tal manera que se determinó una sensibilidad del 75%, una especificidad del 95.7%, un valor predictivo positivo de 75% y un valor predictivo negativo del 95.7%, LR+ = 17.25, LR- = 0.26 y una prevalencia de 14.8% de complicaciones determinadas por la escala de sofá. El análisis de asociación mostro un coeficiente phi = +0.71, esta asociación fue estadísticamente significativa (prueba exacta de Fisher p menor 0.05) En la tabla 13 se muestra

	Complicaciones	Sin complicaciones	Total
Delta > 6	3	1	4
Delta < 6	1	22	23
Total	4	23	27

Tabla 12. Análisis de prueba diagnóstica para el **segundo** cálculo del delta de CO₂ respecto a las complicaciones presentadas a las **72 horas**. Se consideró como positivo un delta de CO₂ mayor a 6mmHg.

Análisis de Correlación

Se realizó un análisis de correlación entre los resultados numéricos del delta de CO₂ y el puntaje de la escala SOFA.

Gráficos

Al correlacionar el valor del delta CO₂ inicial con el puntaje obtenido de la escala SOFA a las 24h, se obtuvo un valor $r^2 = 0.0305$, y el modelo regresor $y = 0.279x + 1.5899$, donde $y =$ al valor de la escala SOFA y $x =$ al valor del delta CO₂ medido. En la figura 11 se muestra el análisis.

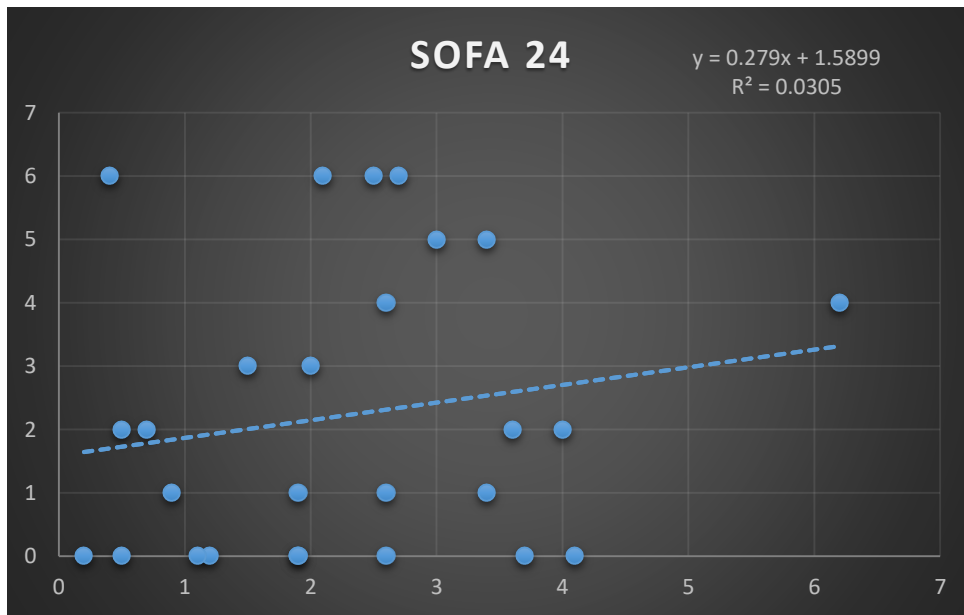


Figura 1. Correlación para el primer delta de CO₂ respecto al puntaje de la escala SOFA medido en los pacientes a las 24 horas. Se consideró como positivo un delta de CO₂ mayor a 6mmHg mientras que un puntaje mayor a 2 en la escala de SOFA se consideró como complicaciones

Al correlacionar el valor del delta CO₂ inicial con el puntaje obtenido de la escala SOFA a las 48h, se obtuvo un valor $r^2= 0.0061$, y el modelo regresor $y = 0.0962x + 1.1522$, donde $y=$ al valor de la escala SOFA y $x=$ al valor del delta CO₂ medido. En la figura 2 se muestra el análisis.

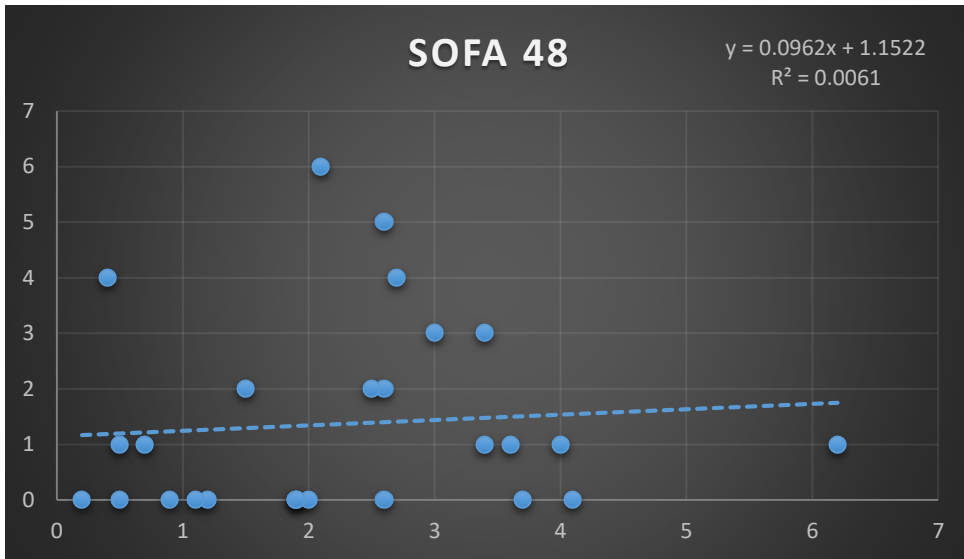


Figura 2. Correlación para el primer delta de CO₂ respecto al puntaje de la escala SOFA medido en los pacientes a las **48 horas**. Se consideró como positivo un delta de CO₂ mayor a 6mmHg mientras que un puntaje mayor a 2 en la escala de SOFA se consideró como complicaciones

Al correlacionar el valor del delta CO₂ inicial con el puntaje obtenido de la escala SOFA a las 72h, se obtuvo un valor $r^2= 0.039$, y el modelo regresor $y = 0.3095x + 0.4836$, donde $y=$ al valor de la escala SOFA y $x=$ al valor del delta CO₂ medido. En la figura 3 se muestra el análisis

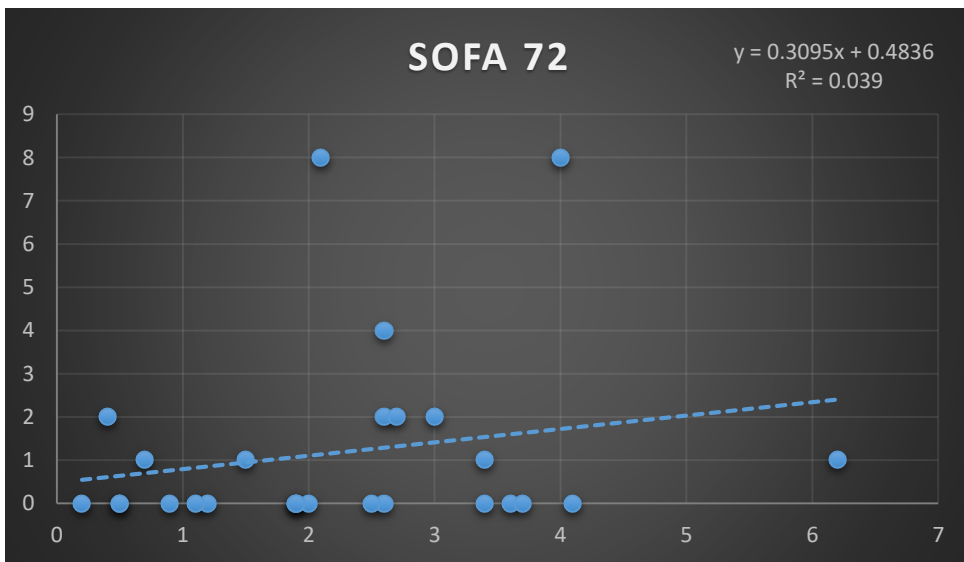


Figura 3. Correlación para el primer delta de CO₂ respecto al puntaje de la escala SOFA medido en los pacientes a las **72 horas**. Se consideró como positivo un delta de CO₂ mayor a 6mmHg mientras que un puntaje mayor a 2 en la escala de SOFA se consideró como complicaciones

Al correlacionar el valor de la segunda medición del delta CO₂ con el puntaje obtenido de la escala SOFA a las 24h, se obtuvo un valor $r^2= 0.0164$, y el modelo regresor $y = 0.569x$, donde $y=$ al valor de la escala SOFA y $x=$ al valor del delta CO₂ medido. En la figura 4 se muestra el análisis.

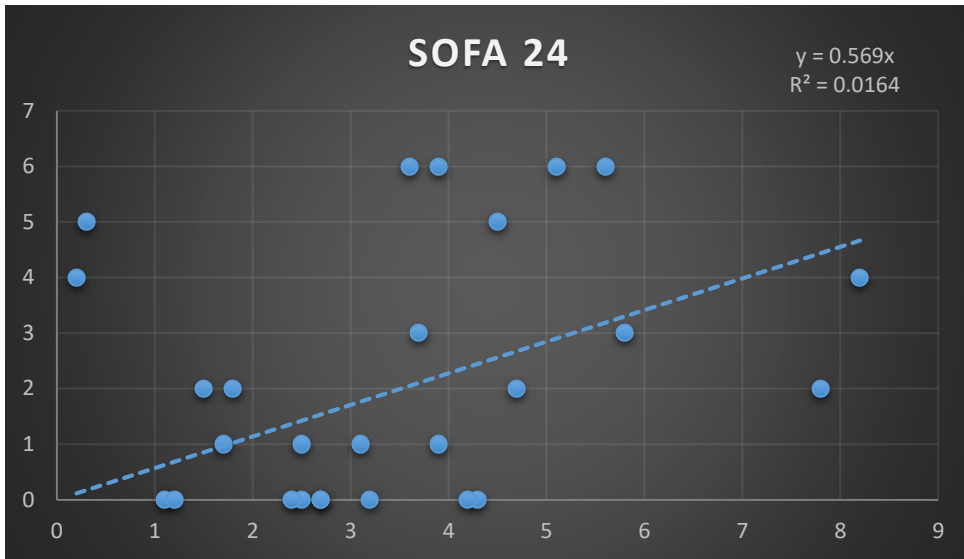


Figura 4. Correlación para **el segundo** delta de CO₂ respecto al puntaje de la escala SOFA medido en los pacientes a las **24 horas**. Se consideró como positivo un delta de CO₂ mayor a 6mmHg mientras que un puntaje mayor a 2 en la escala de SOFA se consideró como complicaciones.

Al correlacionar el valor de la segunda medición del delta CO₂ con el puntaje obtenido de la escala SOFA a las 48h, se obtuvo un valor $r^2= 0.1643$, y el modelo regresor $y = 0.3897x$, donde $y=$ al valor de la escala SOFA y $x=$ al valor del delta CO₂ medido. En la figura 5 se muestra el análisis.

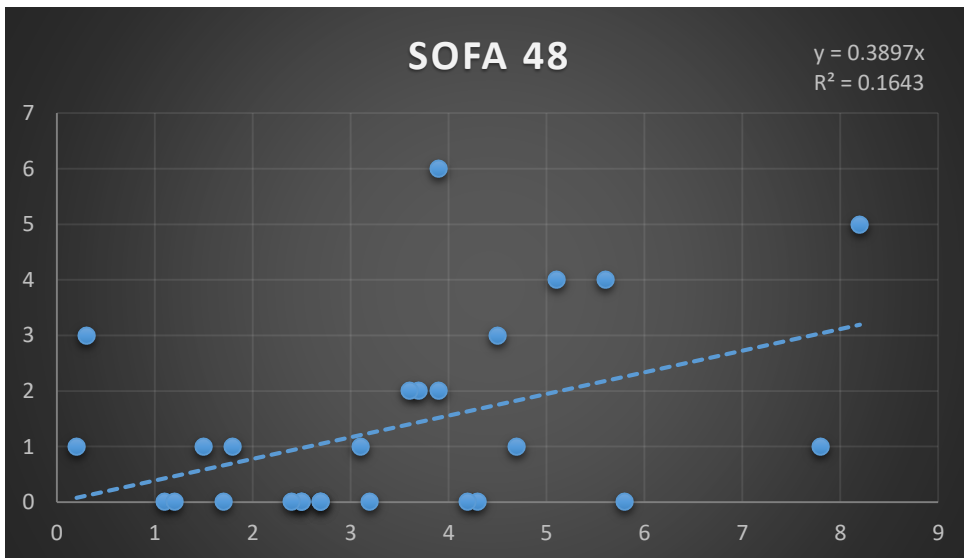


Figura 5. Correlación para **el segundo** delta de CO₂ respecto al puntaje de la escala SOFA medido en los pacientes a las **48 horas**. Se consideró como positivo un delta de CO₂ mayor a 6mmHg mientras que un puntaje mayor a 2 en la escala de SOFA se consideró como complicaciones.

Al correlacionar el valor de la segunda medición del delta CO₂ con el puntaje obtenido de la escala SOFA a las 72h, se obtuvo un valor $r^2 = 0.2133$, y el modelo regresor $y = 0.3936x$, donde $y =$ al valor de la escala SOFA y $x =$ al valor del delta CO₂ medido. En la figura 6 se muestra el análisis.

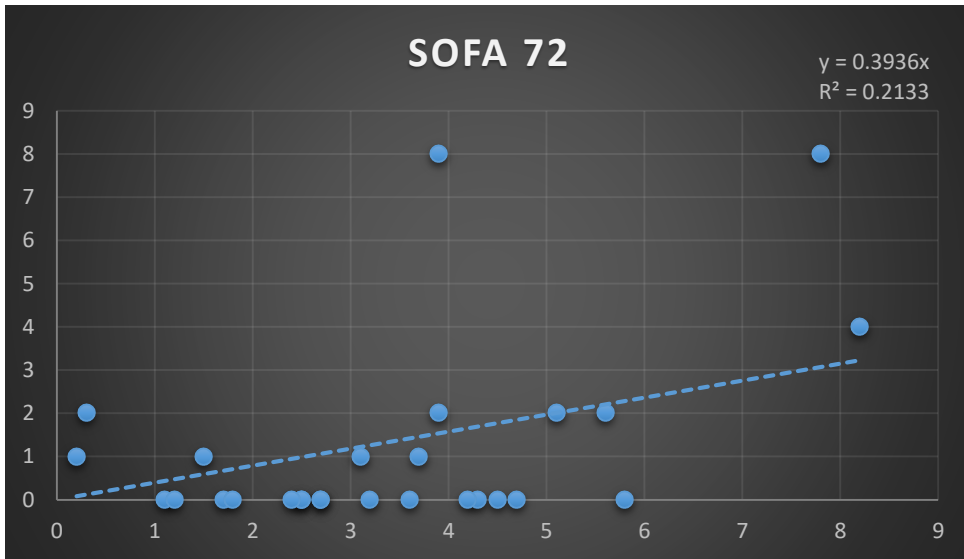


Figura 6. Correlación para el **segundo** delta de CO₂ respecto al puntaje de la escala SOFA medido en los pacientes a las **72 horas**. Se consideró como positivo un delta de CO₂ mayor a 6mmHg mientras que un puntaje mayor a 2 en la escala de SOFA se consideró como complicaciones.

Al correlacionar el valor de la tercera medición del delta CO₂ con el puntaje obtenido de la escala SOFA a las 24h, se obtuvo un valor $r^2 = 0.0551$, y el modelo regresor $y = 0.5729x$, donde $y =$ al valor de la escala SOFA y $x =$ al valor del delta CO₂ medido. En la figura 7 se muestra el análisis.

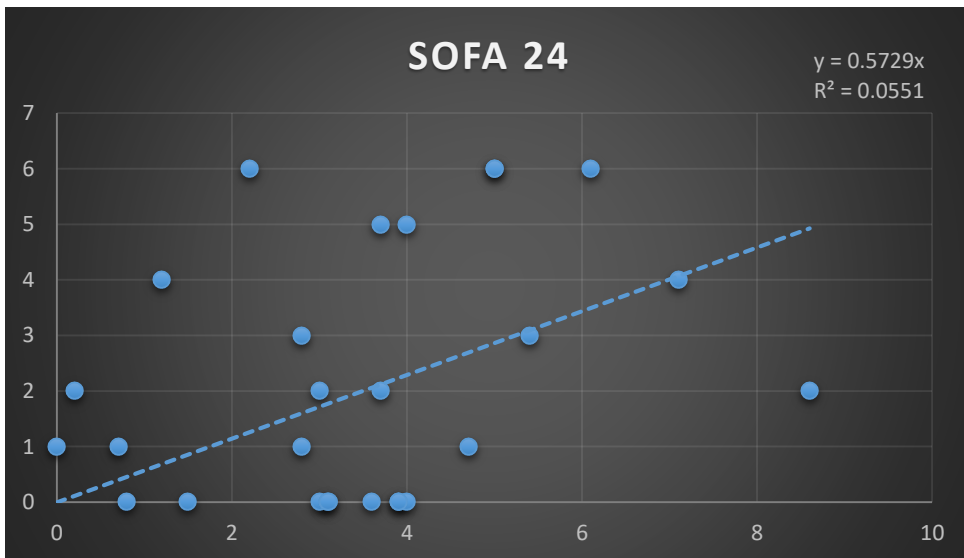


Figura7. Correlación para el **tercer** delta de CO₂ respecto al puntaje de la escala SOFA medido en los pacientes a las **24 horas**. Se consideró como positivo un delta de CO₂ mayor a 6mmHg mientras que un puntaje mayor a 2 en la escala de SOFA se consideró como complicaciones.

Al correlacionar el valor de la tercera medición del delta CO₂ con el puntaje obtenido de la escala SOFA a las 48h, se obtuvo un valor $r^2 = 0.089$, y el modelo regresor $y = 0.3197x$, donde $y =$ al valor de la escala SOFA y $x =$ al valor del delta CO₂ medido. En la figura 8 se muestra el análisis.

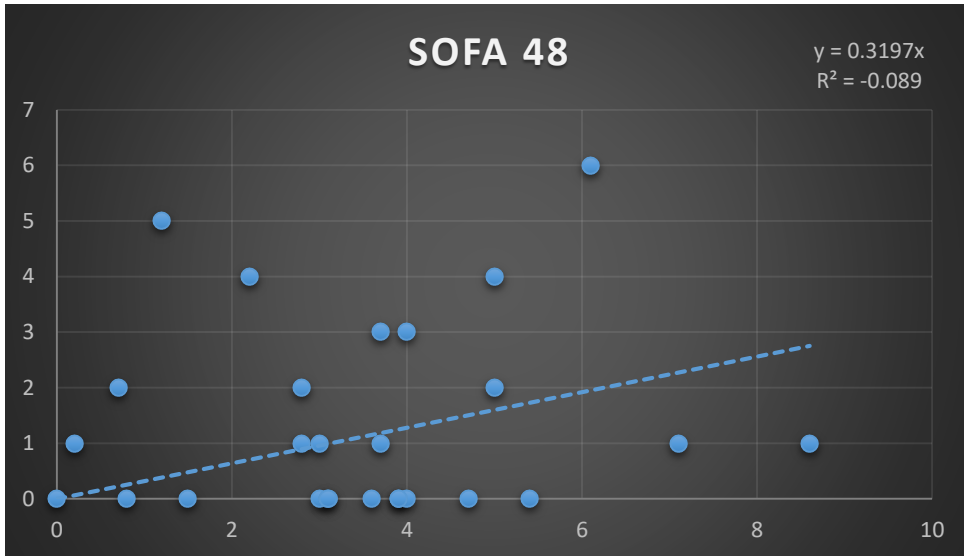


Figura8. Correlación para el tercer delta de CO₂ respecto al puntaje de la escala SOFA medido en los pacientes a las **48 horas**. Se consideró como positivo un delta de CO₂ mayor a 6mmHg mientras que un puntaje mayor a 2 en la escala de SOFA se consideró como complicaciones.

Al correlacionar el valor de la tercera medición del delta CO₂ con el puntaje obtenido de la escala SOFA a las 72h, se obtuvo un valor $r^2 = 0.1847$, y el modelo regresor $y = 0.3781x$, donde $y =$ al valor de la escala SOFA y $x =$ al valor del delta CO₂ medido. En la figura 19 se muestra el análisis.

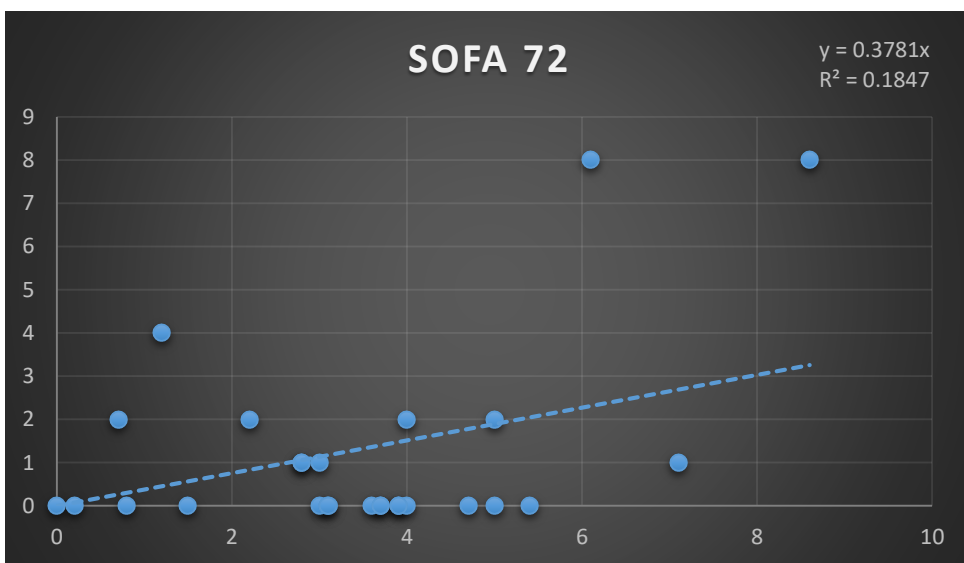


Figura9. Correlación para el tercer delta de CO₂ respecto al puntaje de la escala SOFA medido en los pacientes a las **72 horas**. Se consideró como positivo un delta de CO₂ mayor a 6mmHg mientras que un puntaje mayor a 2 en la escala de SOFA se consideró como complicaciones.

DISCUSIÓN

En el presente estudio, se observó que la determinación del delta de CO₂ al final del evento anestésico- quirúrgico tiene la mayor utilidad diagnóstica en la predicción de aparición de complicaciones durante las primeras 72h posteriores al evento quirúrgico. Así mismo encontramos que las determinaciones del delta de CO₂ analizadas en su utilidad diagnóstica para predecir comorbilidades mediante la escala de SOFA tuvieron diferentes comportamientos; sin embargo, el mayor rendimiento se presentó al correlacionar el valor de la primera medición del delta CO₂ con el puntaje obtenido de la escala SOFA a las 24h, así como la segunda medición del delta CO₂ con el puntaje obtenido de la escala SOFA a las 72h ya que estas muestran LR+ infinito; sin embargo, el delta CO₂ inicial no mostro significancia estadística al evaluar su asociación con las comorbilidades determinadas por la escala SOFA a las 24 horas. Así mismo, el análisis de correlación fue pobre en todas las determinaciones realizadas y consideramos que esto es debido en parte a los eventos transanestésicos no medidos en el estudio, al tamaño de la muestra, así como a factores externos al evento quirúrgico, como son procesos infecciosos, eventos tromboembólicos y complicaciones postquirúrgicas diversas.

Existen en la literatura reportes del uso de delta CO₂ con fines semejantes al del presente estudio, que, si bien no fueron realizados en el mismo modelo quirúrgico, permiten determinar la utilidad de esta prueba.

Entendemos que el tamaño de la muestra del presente trabajo pueda ser considerado como una debilidad a la hora de establecer las asociaciones entre las pruebas y su utilidad diagnóstica. Sin embargo, a pesar del tamaño de muestra limitado, se encontraron asociaciones estadísticamente significativas que coincidieron particularmente con un adecuado rendimiento diagnóstico de la prueba de delta CO₂ (LR grandes) por lo tanto consideramos que la probabilidad de cometer un error de tipo 2 fue muy baja. Así mismo, el trabajo adolece de información documental de eventos particulares que ocurrieran en el transanestésico, por lo anterior no se puede establecer el peso de esa variables sobre el desenlace de interés del presente trabajo debido a la imposibilidad de realizar un análisis multivariado; sin embargo, se debe hacer énfasis en que los pacientes analizados estuvieron en su totalidad dentro de los parámetros macrocirculatorios que señalan estabilidad hemodinámica particularmente al momento de la toma de muestras venosas y arteriales para la determinación del delta de CO₂ tal y como quedo establecida en la metodología del trabajo, no se realizó en periodos del evento quirúrgico durante los cuales el paciente presentara alguna alteración hemodinámica.

en el presente estudio se encontró que la determinación del delta de CO₂ al final del evento quirúrgico fue la q mejor predijo las complicaciones en las primeras 72 de la intervención; sin embargo, consideramos que debido a la accesibilidad de la prueba y la facilidad de su cálculo siempre y cuando se cuente con un gasómetro en quirófano, como es el caso de esta institución, es recomendable hacer las determinaciones al inicio, en el transanestésico y al final de la evaluación porque si bien no tienen una utilidad pronostica si ayudan a identificar la hipoperfusión tisular en el paciente. Sobre los valores de utilidad diagnostica que dio la

determinación final del delta CO₂ respecto de la aparición de complicaciones en las primeras 72 horas, consideramos conveniente también hacer la siguiente aclaración: a reserva de lo que otros estudios que con mayor tamaño de muestra arrojen se puede hacer un cálculo bayesiano para demostrar su utilidad. Según reportes de la literatura internacional, la tasa de complicaciones en paciente sometidos a este tipo de cirugías ronda el 15% al considerar que esta es la probabilidad pre-prueba base de este tipo de pacientes, en caso de que un paciente tuviese un delta co₂ mayor a 6, la probabilidad de presentar una complicación se incrementaría hasta el 75%, por otra parte si un paciente obtiene un valor de dco₂ menor o igual a 6 su probabilidad de presentar una complicación disminuiría aproximadamente al 4%.

CONCLUSIONES

El delta de CO₂ previo a la extubación del paciente o de su egreso a la UCI es la q mejor predice complicaciones a las 72hLo anterior debido a sus valores de utilidad diagnóstica.

Si bien la determinación de delta de CO₂ al final es la q mejor predice, consideramos importante q se realicen tomas en el transanestésico para valorar el estado de perfusión.

Sobre la base de estos estudios recomendamos q en los quirófanos se pueda contar con un gasómetro que permita la determinación de esta prueba de forma rápida.

El valor del delta de CO₂ ha demostrado utilidad durante el abordaje del paciente en estado crítico. Existen pocos estudios que han determinado la presencia de delta CO₂ y morbilidad en el periodo postquirúrgico.

Consideramos este como un estudio piloto, para determinar la presencia de delta de CO₂ sea mayor a 6mmHg como marcador de daño orgánico, comorbilidad y mortalidad.

El estudio podría mejorar con un total de muestra mayor.

El impacto de estos resultados en el labor cotidiano del anestesiólogo, en particular de la neuroanestesiología, estriba en la importancia del abordaje integral de manera inicial en los pacientes sometidos a este tipo de cirugías, así como el manejo adecuado de los pacientes en todos los diversos estresores a los que es sometido durante el procedimiento anestésico-quirúrgico; a tomar en cuenta que existen factores externos y a la postre en este tipo de pacientes.

ANEXOS

Consentimiento Informado

De acuerdo con los principios de Declaración de Helsinki versión 2013 y con la Ley General de Salud artículos 41 Bis y 98 y el reglamentos en materia de investigación para la salud, Título Segundo: De los aspectos Éticos de la investigación en Seres Humanos CAPITULO 1 Disposiciones comunes. Artículo 12 a 21.- En toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio, deberá prevalecer el criterio del respecto a su dignidad y la protección de sus derechos y bienestar.

En la NORMA Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, Que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos se proporciona la siguiente información:

1.-Justificacion y objetivos de la investigación: Se me ha informado que el objetivo principal del estudio es tomar muestras sanguíneas de mi cuerpo para medir la presión arterial y venosa de dióxido de carbono, posteriormente se realizara la resta del valor arterial de CO2 menos el venoso, cuyo resultado formara parte de la toma de decisiones del manejo, con el fin mejorar las condiciones del paciente sometido a cirugía neurológica en el periodo transanestésico.

Las condiciones para participar en este proyecto son el padecer una enfermedad neurológica y cuyo tratamiento implique un procedimiento quirúrgico

2.-Los procedimientos que se van a usar. Se me ha informado que el procedimiento consiste en tomar muestras de sangre venosa del catéter venoso central con una jeringa de 1ml, y sangre arterial con una jeringa de 1ml heparinizada, de las cuales se determinara la presión de CO2. Posteriormente además del manejo que recibiré de mis médicos tratantes, el medico encargado de este proyecto dará seguimiento a mi evolución por las próximas 72 horas.

3.- Las molestias o los riesgos esperados, como y quien las resolverá. Se me ha explicado que al participar en este estudio no aumenta los riesgos a los que estoy sometido, puesto que las muestras de sangre serán tomadas de un catéter venoso central y de una línea arterial que tendré instalados previamente como parte de mi manejo.

4.-Los beneficios que pueden obtenerse. Los resultados de este estudio ayudaran a determinar si el delta de CO2 es un biomarcador útil de hipoperfusión tisular en los pacientes sometidos a cirugía neurológica.

5.-Los procedimientos alternativos que pudieran ser ventajosos para el sujeto. Se me ha explicado que en caso que decida no participar en este estudio, se llevara a cabo el protocolo quirúrgico de manera habitual, sin que esto afecte el curso de mi enfermedad.

6.-La garantía de recibir respuesta a cualquier pregunta y aclaración. Se me ha asegurado que puedo preguntar hasta mi complacencia todo lo relacionado con el estudio y mi participación.

7.-La libertad de retirar su consentimiento en cualquier momento y dejar de participar en el estudio. Se me aclaro que puedo abandonar el estudio en cuanto yo lo decida, sin que ello afecte mi atención de parte del médico o del hospital.

8.-Privacidad y anonimato. Autorizo la publicación de los resultados de mi estudio a condición de que en todo momento se mantendrá el secreto profesional y que no publicará mi nombre o revelará mi identidad.

9.-Información actualizada obtenida durante el estudio. Se me aclaro que tengo el derecho a conocer los resultados parciales o totales del estudio.

10.- Gastos por el proyecto de investigación. La determinación del delta de CO₂ mediante la toma de muestras venosas y arteriales no generara gastos adicionales en el paciente. Se me aclaró también que la participación en el estudio es libre sin recibir ninguna remuneración económica a cambio.

11.-Gastos adicionales. Se me ha informado que los estudios requeridos para efectos de esta investigación no se me cobrarán, y serán cubiertos por el presupuesto de la investigación.

Con fecha _____, habiendo comprendido lo anterior y una vez que se me aclararon todas las dudas que surgieron con respecto a mi participación en el proyecto, acepto participar en el estudio titulado:

DELTA DE CO₂ ARTERIO-VENOSO COMO MARCADOR PRONÓSTICO DE MORBILIDAD Y MORTALIDAD EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGIA NEUROLÓGICA

Nombre y firma del paciente o responsable legal.

Nombre y firma de testigo 1

Dirección.

Relación

Nombre y firma de testigo 2

Dirección

Relación

En este momento quien participa como promotor de este protocolo es la Dra. María del Pilar Pérez Bedolla quien es la investigadora principal y su teléfono es el 443 1635603 está disponible las 24 horas del día para cualquier duda y aclaración.

El responsable técnico de este protocolo de investigación es la Dra. Rocío del Carmen Mendoza Trujillo, Anestesiología y Medicina del Enfermo en Estado Crítico y su teléfono es 477 4497875, estando disponible las 24 horas del día para cualquier duda o aclaración.

El Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío con dirección en Blvd. Milenio No. 130, Col. San Carlos la Rocha. León, Guanajuato., CP 37600, Tel:(477) 267 2000, es el sitio de trabajo de los dos investigadores.

CARTA DE CONFIDENCIALIDAD Y RESGUARDO DE DATOS

León, Gto a 26 de marzo del 2018

Yo María del Pilar Pérez Bedolla residente de la especialidad médica de Anestesiología de la Universidad Autónoma de México con sede en el Hospital Regional de Alta especialidad del Bajío, el asesor técnico Dra. Rocío del Carmen Mendoza Trujillo y como asesor metodológico Dr. José Antonio de Jesús Álvarez Canales.

Hacemos constar, en relación al protocolo titulado: “Delta de CO2 arterio-venoso como marcador pronóstico de morbilidad y mortalidad en pacientes sometidos a cirugía neurológica.” Nos comprometemos a resguardar , mantener la confidencialidad y no hacer mal uso de documentos , expedientes, reportes , estudios, actas, resoluciones, oficios, correspondencia, acuerdos, contratos, convenios, archivos físicos y/ o electrónicos de información recabada , estadística o bien, cualquier otro registro o información relacionada con el estudio mencionado a nuestro cargo o en el cual participo como investigador/a, así como a no difundir distribuir o comercializar con los datos personales contenidos en los sistemas de información, desarrollados en la ejecución del mismo.

Estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento se procederá acorde a las sanciones civiles, penales o administrativas que procedan de conformidad con lo dispuesto en la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares y el Código Penal del Distrito Federal, y sus correlativas en las entidades federativas a la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares, y demás disposiciones aplicables en la materia.

ATENTAMENTE

Dra. María del Pilar Pérez Bedolla

Residente del tercer año de Anestesiología

Dra. Rocío del Carmen Mendoza Trujillo

Asesor técnico

Dr. José Antonio de Jesús Álvarez Canales

Asesor metodológico

DESGLOSE DE INSUMOS REQUERIDOS PARA EL ESTUDIO

INSUMO	NÚMERO REQUERIDO	COSTO APROXIMADO	FUENTE DE FINANCIAMIENTO
Cartuchos para Analizador Clínico Portátil modelo i- STAT	141		

BIBLIOGRAFIA

1. Reyes S. Monitorización de la perfusión tisular en el paciente críticamente enfermo. *Rev Cient Cienc Med.* 2016;19(2):43–7.
2. Ñáñez-Varona DP, Tróchez-Zuleta AL, Vargas-Garzón WA. Reanimando a la microcirculación en anestesia: Impacto, utilidades y controversias. *Rev Colomb Anesthesiol.* 2016;44(2):140–5.
3. Robin E, Futier E, Pires O, Fleyfel M, Tavernier B, Lebuffe G, et al. Central venous-to-arterial carbon dioxide difference as a prognostic tool in high-risk surgical patients. *Crit Care.* 2015;19(1).
4. Mesquida J, Saludes P, Gruartmoner G, Espinal C, Torrents E, Baigorri F, et al. Central venous-to-arterial carbon dioxide difference combined with arterial-to-venous oxygen content difference is associated with lactate evolution in the hemodynamic resuscitation process in early septic shock. *Crit Care.* 2015;19(1):1–7.
5. Vincent J-L, De Backer D. Circulatory Shock. *N Engl J Med.* 2013;369(18):1726–34.
6. Futier E, Teboul J, Vallet B. Annual Update in Intensive Care and Emergency Medicine 2011. 2011;1:366–74.
7. Pérez RO, Ramírez JV, Balcazar DDJ, Alfredo J, Munguía C, Morales BEH, et al. Delta de CO₂ como factor de riesgo de muerte en choque séptico. *Rev la Asoc Mex Med Crit y Ter intensiva.* 2016;XXX(1):30–42.
8. Grocott MPW, Hamilton MA. Resuscitation fluids. *n engl j med.* 2002;82(1):1–8.
9. Németh M, Tánczos K, Demeter G, Érces D, Kaszaki J, Mikor A, et al. Central venous oxygen saturation and carbon dioxide gap as resuscitation targets in a hemorrhagic shock. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2014;58(5):611–9.
10. Mallat J. Use of venous-to-arterial carbon dioxide tension difference to guide resuscitation therapy in septic shock. *World J Crit Care Med [Internet].* 2016;5(1):47. Available from: <http://www.wjgnet.com/2220-3141/full/v5/i1/47.htm>
11. Cuschieri J, Rivers EP, Donnino MW, Katilius M, Jacobsen G, Nguyen HB, et al. Central

venous-arterial carbon dioxide difference as an indicator of cardiac index. *Intensive Care Med.* 2005;31(6):818–22.

12. Robin E, Futier E, Pires O, Fleyfel M, Tavernier B, Lebuffe G, et al. Central venous-to-arterial carbon dioxide difference as a prognostic tool in high-risk surgical patients. *Crit Care* [Internet]. 2015;19(1):1–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s13054-015-0917-6>
13. Luna AH, Rafael H, Pérez L, Eduardo J, González E, Guzmán CO, et al. Delta de dióxido de carbono para valorar perfusión tisular como predictor de mortalidad en choque séptico. *Rev la Asoc Mex Med Crit y Ter intensiva.* 2011;XXV:66–70.
14. Ariza M, Gothard JWW, Macnaughton P, Hooper J, Morgan CJ, Evans TW. Blood lactate and mixed venous-arterial PCO₂ gradient as indices of poor peripheral perfusion following cardiopulmonary bypass surgery. *Intensive Care Med.* 1991;17(6):320–4.
15. Rivera Solís G et al. Clasificación clínica de la perfusión tisular en pacientes con choque séptico basada en la saturación venosa central de oxígeno (SvcO₂) y la diferencia venoarterial de dióxido de carbono entre el contenido arteriovenoso de oxígeno ($\Delta P(v-a)CO_2/C(a-v)O_2$)II. *Med Crit* [Internet]. 2016;30(5):283–9. Available from: <http://www.medigraphic.com/pdfs/medcri/ti-2016/ti165c.pdf>
16. Iturri Clavero F, Honorato C, Ingelmo Ingelmo I, Fàbregas Julià N, Rama-Maceiras P, Valero R, et al. Consideraciones preoperatorias y manejo neuroanestesiológico intraoperatorio. *Rev Esp Anestesiol Reanim* [Internet]. 2012;59(Supl 1):3–24. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0034-9356\(12\)70002-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-9356(12)70002-6)