



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad De Medicina División de Estudios de Posgrado

HOSPITAL JÚAREZ DE MÉXICO

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE SUBESPECIALISTA EN
NEUROANESTESIOLOGÍA

EVALUACIÓN DE LA TERAPIA DE REEMPLAZO HIDRICA EN CIRUGIA DE FOSA
POSTERIOR MEDIANTE LA VARIABILIDAD DE PRESIÓN DE PULSO COMPARADO
CON DELTA DE CO₂

PRESENTA:
DRA. DIANA KATHERINNE CAMARGO LÓPEZ

DIRECTOR DE TESIS
DR. ISRAEL HERNÁNDEZ ORTIZ

ASESORES
DR. LUIS MOCTEZUMA RAMÍREZ
DRA. SALOME ALEJANDRA ORIOL LÓPEZ

CIUDAD DE MÉXICO, 2021.



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.

AUTORIZACION DE TESIS

DRA. ERIKA GOMEZ ZAMORA
SUBDIRECTORA DE ENSEÑANZA
HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO

DR. ERIK EFRAIN SOSA DURAN
JEFE DE POSGRADO
HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO

DR. LUIS MOCTEZUMA RAMIREZ
PROFESOR TITULAR DE LA SUBESPECIALIDAD DE
NEUROANESTESIOLOGIA Y ASESOR CLINICO
HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO

DR. ISRAEL IVAN HERNANDEZ ORTIZ
PROFESOR ADJUNTO Y DIRECTOR DE TESIS
HOSPITAL JUÁREZ DE MEXICO

DRA. SALOME ALEJANDRA ORIOL LOPEZ
ASESOR METODOLOGICO DE TESIS
HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi familia, en especial a mi padre y hermano que siempre han sido mi apoyo incondicional, mi familia que siempre han creído y confiado en mí. Son mi columna y pilar fundamental, mi mas grande tesoro, lo mas importante en mi vida.

A Juan Carlos Roncancio que me impulso y apoyo a seguir estudiando, a continuar con la subespecialidad, gracias por haber creído en mí.

Al hospital Juárez de México que me abrió las puertas y se ha convertido en mi segundo hogar, mi escuela y mi alma mater.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	5
MARCO TEORICO	7
JUSTIFICACION	16
PREGUNTA DE INVESTIGACION	17
HIPOTESIS	17
OBJETIVOS	17
METODOLOGIA	18
<i>DISEÑO DE INVESTIGACION</i>	18
<i>DEFINICION DE LA POBLACION</i>	18
<i>CRITERIOS DE INCLUSION</i>	18
<i>CRITERIOS DE NO INCLUSION</i>	19
<i>CRITERIOS DE EXCLUSION</i>	19
<i>CRITERIOS DE ELIMINACION</i>	19
TAMAÑO DE LA MUESTRA	20
<i>VARIABLES</i>	20
RECOLECCION DE LA INFORMACION	21
ANALISIS ESTADISTICO	23
RESULTADOS	23
DISCUSIÓN	27
CONCLUSIONES	30
RECURSOS	32
ASPECTOS ETICOS	32
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	33
BIBLIOGRAFIA	35

EVALUACIÓN DE LA TERAPIA DE REEMPLAZO HIDRICA EN CIRUGIA DE FOSA POSTERIOR MEDIANTE LA VARIABILIDAD DE PRESIÓN DE PULSO COMPARADO CON DELTA DE CO₂

RESUMEN

La estabilidad hemodinámica durante la cirugía neurológica es de vital importancia, la terapia hídrica idealmente debe guiarse por metas. La variabilidad de la presión del pulso mayor a 13% implica que el gasto cardiaco aumenta en respuesta al volumen, menor a 7% informa ausencia de respuesta al volumen. El Delta de CO₂ (DCO₂) es un buen indicador de la adecuación del gasto cardíaco con respecto a los requerimientos metabólicos globales, usarlo como un predictor del índice cardiaco durante la resucitación de pacientes críticos ha demostrado mejorar el pronóstico de paciente en estado de shock. *OBJETIVO:* Comparar la VPP con el DCO₂ como parámetros hemodinámicos guía en la terapia de reemplazo hídrica de pacientes sometidos a cirugía neurológica. *METODOLOGIA:* Es un estudio prospectivo, analítico, longitudinal. Incluiremos pacientes sometidos a cirugía neurológica en el Hospital Juárez de México del 1 de septiembre del 2020 al 30 de abril 2021 de 18 a 70 años a quienes se medirá y comparará la VPP y el DCO₂ como variables guía en terapia de reemplazo hídrica. *RESULTADO:* Muestra de 54 pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos neurológicos; mayor correlación entre la VPP y el DCO₂ basal ($r=0.73$ y $p 0.000$) y post resección de la lesión ($r=$

0.55 y p 0.000) y menor correlación en el periodo post inducción anestésica, pero no es estadísticamente significativo ($r=0.13$ y p 0.000). *CONCLUSIONES:* La monitorización transoperatoria con parámetros hemodinámicos dinámicos como VPP y DCO₂ son parámetros confiables y equivalentes para guiar la terapia hídrica

MARCO TEORICO

La fosa craneal posterior está formada por el dorso de la silla turca y el clivus, lateralmente por el hueso petroso y la mastoides del hueso temporal, el límite superior es la tienda del cerebelo y el posteroinferior es el hueso occipital. El foramen magnum localizado en el hueso occipital, es la mayor apertura de la fosa posterior que contiene estructuras importantes como el tronco cerebral, cerebelo y los nervios craneales inferiores. En la zona del puente y bulbo raquídeo, se encuentran los principales núcleos, orígenes reales de nervios del cráneo (V, VII, VIII, IX, X, XI y XII) así como sus diferentes salidas por el tronco cerebral¹.

De las lesiones de fosa posterior los tumores son las más comunes, siendo hasta el 60% de los casos en los niños; En adultos la lesión ocupativa más común es el evento vascular, la lesión neoplásica más frecuente (intraaxial) son las metástasis y schwannoma vestibular (extraaxial). 15% de los aneurismas intracraneales corresponden a la circulación posterior, malformaciones vasculares que causan compresión, lesiones de nervios craneales en ángulo pontocerebeloso (neuralgia del trigémino, espasmo hemifacial y neuralgia del glosofaríngeo), quistes epidérmicos o aracnoideos y anomalías craneocervicales como inestabilidad craneocervical, inestabilidad atlanto-axial o malformación de Arnold-Chiari ^{1, 2}.

La fosa posterior es una región anatómica susceptible a complicaciones, por su localización anatómica, tamaño y contenido de estructuras vitales, lo cual hacen que cualquier cambio en su contenido pueda poner en riesgo la vida del paciente.

Aunque los tumores son más frecuentes en niños, los adultos presentan con mayor incidencia lesiones vasculares².

Aunque es crucial, el examen físico a menudo no es suficiente en pacientes con shock para permitir identificar las principales anomalías hemodinámicas involucradas, y para seleccionar las mejores terapias. Por lo tanto, se recomienda la monitorización hemodinámica, y así determinar clara y confiablemente el tipo de shock, para seleccionar el tratamiento más apropiado y para evaluar la respuesta del paciente a las terapias³

La evaluación y optimización de las variables cardiovasculares y hemodinámicas es la piedra angular del manejo del paciente en la atención de cuidados críticos en la unidad de cuidados intensivos (UCI) o en el quirófano (QX)⁴. Dentro de este contexto, el monitoreo hemodinámico se utiliza para identificar pacientes inestables, y llevar a cabo el tratamiento⁵. Por lo tanto, es de gran importancia validar meticulosamente las tecnologías para el monitoreo hemodinámico y estudiar su aplicabilidad en la práctica clínica y, finalmente, su impacto en las decisiones de tratamiento y en el resultado del paciente⁴. La determinación clínica del volumen intravascular puede ser extremadamente difícil en pacientes críticos y lesionados, así como en aquellos sometidos a cirugía mayor. Esto puede ser un problema porque la carga de líquidos se considera el primer paso en la reanimación de pacientes hemodinámicamente inestables. Sin embargo, múltiples estudios han demostrado que solo aproximadamente el 50% de los pacientes hemodinámicamente inestables en la unidad de cuidados intensivos y la sala de

cirugía responden a un desafío de líquidos⁶. Un protocolo para optimizar la precarga y el gasto cardíaco en pacientes sometidos a cirugía mayor redujo las complicaciones postoperatorias y la estancia hospitalaria. La monitorización de la presión arterial intraarterial es una práctica común en la mayoría de los pacientes sometidos a cirugía de alto riesgo. Por lo tanto, la evaluación de la variabilidad de presión de pulso (VPP) es un método simple y económico en comparación con las tecnologías que monitorean el gasto cardíaco o el suministro de oxígeno. Por lo tanto, un enfoque tan simple tiene el potencial de una aplicación generalizada porque no es rutinariamente factible para los anestesiólogos controlar el gasto cardíaco o el suministro de oxígeno en muchas instituciones, así como en muchos países ^{7,8}.

La reanimación del paciente crítico requiere una evaluación precisa del estado del volumen intravascular (precarga cardíaca) y la probabilidad de que el paciente responda (aumente el volumen sistólico) a un desafío con líquidos (capacidad de respuesta al volumen). Los pacientes con shock manifiesto y aquellos con shock subclínico y que responden a los líquidos se manejan mejor con bolos de líquido. Los bolos de líquidos deben suspenderse una vez que el paciente ya no responda a los líquidos⁶. Básicamente la única razón para hacerle un desafío de fluidos a un paciente es aumentar el volumen sistólico (capacidad de respuesta al volumen). Si el desafío con líquidos no aumenta el volumen sistólico, la carga de volumen no le sirve al paciente ningún beneficio útil (puede ser dañino)^{6,7}.

Durante la última década, la forma de monitoreo hemodinámico al lado de la cama ha evolucionado considerablemente en las unidades de cuidado intensivo, así como

en el quirófano. La evolución más importante ha sido la disminución del uso del catéter arterial pulmonar. La mayor aplicabilidad al uso del catéter arterial que aporta datos de forma continua y en tiempo real, junto con técnicas de monitorización hemodinámica totalmente no invasivas^{8,9}.

Los pacientes con shock circulatorio tienen un alto riesgo de mortalidad, frecuentemente los mecanismos involucrados en el shock son complejos e involucran más de una de las tres principales anomalías hemodinámicas, como son: hipovolemia, disfunción miocárdica y alteración del tono vascular^{6,9}. Es fundamental evaluar con precisión el respectivo grado de cada uno de estos componentes del estado de shock para seleccionar más opciones terapéuticas apropiadas⁹.

Hay un porcentaje importante de pacientes en que este manejo con líquidos endovenosos no es efectivo como en el caso de aquellos pacientes con embolismo pulmonar masivo y falla del ventrículo izquierdo en los que el exceso de volumen puede ser más perjudicial que benéfico y aquéllos en los que el tono arterial está marcadamente disminuido en donde a pesar de un aumento en el gasto cardiaco la presión de perfusión no es suficiente como para satisfacer las necesidades del organismo. En los pacientes sin repuesta a precarga el gasto cardiaco incluso puede caer en presencia de cor pulmonale agudo o en edema agudo pulmonar¹⁰.

Una de las principales ventajas de las técnicas menos invasivas es la capacidad de proporcionar variables de respuesta a fluidos en tiempo real. La importancia del concepto de respuesta a fluidos que se ha desarrollado durante los últimos años, se enfatiza por los dos siguientes hechos. Primero, la mitad de los pacientes de la

UCI no responden a fluidos ya que su gasto cardiaco no aumenta con la administración de fluidos^{9, 4}. Segundo, sobrecarga de fluido en estos pacientes se demostró que los están asociados con una mayor mortalidad ^{7,9}

Los análisis de la literatura indican que, solo alrededor del 50% de los pacientes tienen respuesta a la expansión de volumen. Este hallazgo sugiere la necesidad de medidas eficaces que evalúen la expansión de volumen para seleccionar pacientes que podrían beneficiarse y evitar terapia de fluidos insuficientes en los pacientes que no responden a la terapia hídrica, en quienes el soporte inotrópico y / o vasopresor debe usarse preferentemente ¹¹.

Interacciones corazón pulmón durante la ventilación mecánica

Cambios dinámicos de la presión de pulso

Un número impresionante de estudios ha demostrado que la VPP derivada del análisis de la forma de onda arterial es altamente predictivo de la capacidad de respuesta de fluidos ^{11,12}. Los principios de esta técnica se basan en una fisiología; La ventilación con presión positiva intermitente induce cambios cíclicos en las condiciones de carga de los ventrículos izquierdo (VI) y derecho (VD). La insuflación mecánica disminuye la precarga y aumenta la poscarga del ventrículo derecho. La reducción de la precarga del VD se debe a la disminución del gradiente de presión de retorno venoso que está relacionado con el aumento inspiratorio de la presión pleural ^{11, 13}. El aumento de la poscarga del VD está relacionado con el aumento inspiratorio de la presión transpulmonar. La reducción en la precarga de VD y el aumento en la poscarga de VD conducen a una disminución en el volumen, que es mínimo al final del período inspiratorio ¹⁴. La reducción de la eyección del VD

conduce a una disminución en el llenado del VI después de un desfase de dos o tres latidos cardíacos debido al largo tiempo de tránsito pulmonar en la sangre. Por lo tanto, la reducción de la precarga del VI puede inducir una disminución en el volumen sistólico del VI, que es mínimo durante el período espiratorio cuando se usa ventilación mecánica convencional. Con una consistencia notable, se ha informado que una variación de más del 12% al 13% es altamente predictiva de la capacidad de respuesta del volumen^{11, 12}.

Para medir la VPP primero es necesario la inserción de un catéter arterial, y medir la presión arterial invasiva además de otras condiciones más adelante mencionadas. El catéter arterial proporciona el cálculo de la VPP: predictor de la capacidad de respuesta de fluidos en ventilación mecánica, ha demostrado constantemente ser confiable durante la ventilación con un volumen corriente de aproximadamente 8 ml /kg de peso predicho en pacientes sin actividad respiratoria espontánea ni arritmias cardíacas³, y el cual ha ganado popularidad para el manejo de fluidos¹¹.

El valor medio de VPP se calcula automáticamente en tres períodos flotantes consecutivos de ocho ciclos respiratorios, y el valor medio de esta triple determinación se muestra en el monitor de cabecera y se actualiza después de cada nuevo ciclo respiratorio^{7, 11, 13}.

Varios estudios han demostrado que maximizar el volumen sistólico (o aumentarlo hasta alcanzar una meseta en la curva de Frank Starling) mediante la carga de volumen durante la cirugía de alto riesgo puede mejorar el resultado postoperatorio

y disminuir la duración de la estadía en el hospital. Este objetivo podría lograrse minimizando la VPP arterial inducida por la ventilación mecánica ^{7, 11}.

Varios estudios han demostrado que el rendimiento de la VPP fue similar en pacientes con función ventricular normal y deteriorada. El atractivo de usar la VPP como marcador de capacidad de respuesta de volumen es que predice dinámicamente una posición individual del paciente en la curva de Frank Starling, esto es independiente de la función ventricular y el cumplimiento también como presiones pulmonares. Además, Paul E marick en su metaanálisis demostró que hay una relación cercana entre el grado de variación de la presión del pulso y el aumento en volumen sistólico. Por lo tanto, la VPP se puede usar para guiar decisiones con respecto a reanimación de volumen, controlar los efectos de la fluidoterapia, y al mismo tiempo medir la integridad del compartimento intravascular. Debe recordarse que las arritmias y actividad respiratoria espontánea dará lugar a malas interpretaciones¹¹. Con respecto al volumen corriente debe ser ideal de 8 ml / kg de peso predicho durante un desafío de fluidos. Aunque la VPP es clínicamente una herramienta útil para predecir la capacidad de respuesta de fluidos (precarga reclutable), no proporciona información sobre la función ventricular. ^{11, 13}

Delta de CO₂

La reanimación por metas es bien conocida desde el 2001 en el estudio de Rivers en donde demostró disminución de la mortalidad. La reanimación dirigida por parámetros como la saturación venosa de oxígeno y la optimización de la presión arterial media (PAM) mejora el pronóstico del paciente en estado de shock, sin

embargo, estos parámetros no son suficientes para valorar el estado de microcirculación y la disfunción mitocondrial^{15, 16, 17}.

Bajo condiciones fisiológicas el delta de dióxido de carbono (DCO₂) usualmente no excede más de 6 mmHg, reflejando adecuado flujo sanguíneo venoso y volumen cardiaco; a nivel macrocirculatorio existe una relación inversa entre DCO₂ e índice de cardiaco en pacientes críticos^{17,18}.

Si la saturación venosa central de O₂ (ScvO₂) está en rango normal, mientras el paciente está en estado de shock, evidencia alteración de la extracción de oxígeno. En este caso lo es ideal para obtener la presión venosa central de dióxido de carbono (PcvCO₂), que, en combinación con la presión arterial de dióxido de carbono (PaCO₂) proporciona el valor de la brecha PCO₂ (PcvO₂ – PaCO₂) o delta de CO₂ (DCO₂), un buen indicador de la adecuación del gasto cardíaco con respecto a los requerimientos metabólicos globales. En el caso de un DCO₂ <6 mmHg, no hay expectativas de beneficios a través del aumento del gasto cardíaco, mientras que en el caso de valores mayores del O₂ > 6 mmHg, se debe considerar aumentar el gasto cardíaco³

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^{16,18,19}

En pacientes a quienes se les realizan metas de resucitación de acuerdo con las guías Internacionales, el valor de corte de DCO₂ de 6 mmhg discrimina entre alto y bajo aclaramiento de lactato e índice cardiaco. Por lo tanto, usar el DCO₂ como un

predicador del índice cardiaco puede ser usado durante la resucitación de pacientes críticos¹⁸.

La hipoperfusión también es acompañada por un aumento en el CO₂ venoso, podemos argumentar que centrarse exclusivamente en el valor de ScvO₂ mayor de 70%, puede ser insuficiente para guiar la terapia en el paciente séptico, mientras que el DCO₂ es un parámetro que puede reconocer al paciente que aún no ha sido reanimado adecuadamente^{16, 18}.

Existe asociación entre el valor del DCO₂ y el pronóstico del paciente neurocrítico, siendo la determinación del DCO₂ final la que cuenta con mejor predicción; no obstante, el monitoreo durante la fase transanestésica es invaluable como parte del abordaje del paciente neurocrítico¹⁶.

JUSTIFICACION

La monitorización hemodinámica es un procedimiento esencial, importante en procedimientos mayores en sala de cirugía, asegurar la estabilidad hemodinámica en estos pacientes es de vital importancia para garantizar mejores resultados y recuperación en el posoperatorio. Actualmente las técnicas son menos invasivas, más sencillas, fáciles de utilizar y sin mayores costos; variables dinámicas que nos permiten una medición continua y en tiempo real, aunque no hay una variable óptima o un “*estándar de oro*” para guiar la reanimación hídrica es conocido que el delta de CO₂ es un parámetro que ya ha sido estudiado y es reconocido como un parámetro de perfusión tisular con una relación directamente proporcional en la mortalidad en el postoperatorio de pacientes de cirugía cardiovascular.

La VPP es un parámetro dinámico que además de ser costo-efectivo, es sencillo, obtenido de forma continua al pie de la cama y en tiempo real, en la actualidad la VPP es muy fácil de medir ya que sólo consiste en la inspección de las ondas de la presión arterial.

Pretendemos comparar los dos parámetros hemodinámicos, teniendo en cuenta que el delta de CO₂ (DCO₂) no es un valor en tiempo real y que además se requiere del procesamiento de muestras de gases arteriales y venosos mientras la VPP cuenta con las facilidades ya descritas y un resultado continuo y en tiempo real.

PREGUNTA DE INVESTIGACION

¿Puede evaluarse la terapia de reemplazo hídrica en cirugía de fosa posterior mejor con la variabilidad de la presión del pulso en comparación con delta de CO₂?

HIPOTESIS

La evaluación mediante la VPP como terapia de reemplazo hídrica en cirugía de fosa posterior es mejor comparada con DCO₂

OBJETIVOS

OBJETIVO PRINCIPAL

Valorar la VPP y el delta de CO₂ como parámetros de adecuada perfusión tisular y guía en el manejo hídrico de los pacientes sometidos a cirugía de fosa posterior.

OBJETIVOS SECUNDARIOS

1. Determinar los facilidad y factibilidad de la evaluación de la terapia de reemplazo de la VPP comparado con DCO₂

2. Comparar la VPP con el DCO₂ como parámetros equivalentes en la reanimación hídrica, pero mostrando beneficios en la VPP como son la facilidad, continuidad en tiempo real.
3. Evaluar estado postoperatorio inmediato de estos pacientes monitoreados por metas hídricas.

METODOLOGIA

DISEÑO DE INVESTIGACION

Prospectivo

Analítico

Longitudinal

Experimental

DEFINICION DE LA POBLACION

Pacientes sometidos a cirugía de fosa posterior en el Hospital Juárez de México del 1 de septiembre del 2020 al 30 de abril 2021

CRITERIOS DE INCLUSION

Pacientes:

- Programado para cirugía de fosa posterior
- Edad de 18 a 70 años

- Escala de riesgo anestésico ASA II, III, IV
- Contar con catéter venoso central adecuadamente posicionado
- Que él o su representante legal acepten ingresar al estudio

CRITERIOS DE NO INCLUSION

Paciente con

- Terapia anticoagulante
- Hipertensión arterial sistólica descontrolada
- Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
- Índice de masa corporal (IMC) mayor o igual a 40

CRITERIOS DE EXCLUSION

Paciente con:

- Complicación asociada con la inserción del catéter venoso central
- Arritmia cardíaca
- No contar con catéter venoso central

CRITERIOS DE ELIMINACION

Paciente con

- Imposibilidad para acceso arterial o para el monitoreo de la VPP
- No obtener muestras adecuadas para medir el DCO₂
- Muerte

TAMAÑO DE LA MUESTRA

Incluiremos los pacientes de 18 a 70 años que se sometan a cirugía neuroquirúrgica de fosa posterior en el Hospital Juárez de México, muestra por conveniencia del periodo del 1 de septiembre 2020 al 30 de junio de 2021

VARIABLES

RELACION DE DEPENDENCIA

Independiente

- Cirugía de fosa posterior
- Terapia de reemplazo hídrica

Dependiente

- Variabilidad de presión de pulso (< 13% y mayor del 13%)
- Delta de CO₂ (menor o mayor a 6)
- Tensión arterial sistólica, diastólica y media (invasiva)
- Frecuencia cardiaca (menor o mayor de 100)
- Cuantificación del sangrado en cm³

CUALITATIVA

Nominal

- Género: Femenino y masculino

- Clasificación ASA (clasificación que utiliza la American Society of Anesthesiologists (ASA) para estimar el riesgo quirúrgico) I a IV.

CUANTITATIVA

Discreta

- Variabilidad de presión de pulso en %
- Tensión arterial media invasiva en mmhg

Continua

- Delta de CO₂ en mmhg
- Frecuencia cardiaca en latidos por minuto
- Cuantificación del sangrado en centímetro cubico
- Índice de masa muscular (IMC) <40.
- Gasto urinario ml/kilo/hora

RECOLECCION DE LA INFORMACION

Paciente debe ingresar a quirófano con catéter venoso central con previa toma de radiografía de tórax, se canulara línea arterial en arterial radial o cubital en miembros superiores con previa toma de test de Allen: (Con ambos pulgares, se aplica compresión sobre la arteria ulnar y la arteria radial, para obstruir el flujo sanguíneo a la mano, se pide al paciente que abra y cierre la mano rápidamente

apretando el puño, se observa la palma de la mano, cuando esté de color blanco o pálida (suele llevar entre 30 y 40 s), se pedirá que relaje la mano manteniéndola abierta y ligeramente flexionada, se mantendrá la presión sobre la arteria radial y se liberará la arteria ulnar. Si la palma de la mano se pone colorada o roja en menos de 10 s, la arteria ulnar es funcional. Si persiste la palidez cuando deje de presionar sobre la arteria ulnar, la circulación no es la adecuada y la arteria radial no se debería puncionar o canalizar. Se repetirá la prueba en la mano opuesta si está indicado), posterior a la inducción anestésica se canulará línea arterial (radial o pedía) con técnica estéril (previa antisepsia local con campo estériles, bata estéril gorro, cubrebocas, guantes estériles, se ubicará arteria y se realizará punción con catéter hasta obtener retorno de sangre, conectando al sensor (estéril) de toma de tensión arterial invasiva y este al monitor para obtener VPP, tomaremos como mínimo 3 gasometrías arteriales y venosas (al ingreso, en el transanestésico y al finalizar el procedimiento quirúrgico).

Registraremos el dato de la VPP al tiempo que la toma de muestra de la gasometría arterial y venosa, al obtener el resultado de las gasometrías, además de anotar las variables hemodinámicas como son la frecuencia cardíaca, tensión arterial sistólica, diastólica y media (invasiva) y la cuantificación del sangrado en ese momento, posteriormente se tabularán los datos, comparando los datos obtenidos por las dos técnicas.

Se llevará una terapia hídrica guiada por objetivos tomando como parámetros la VPP y el DCO_2 , evitando estados de hipoperfusión y de sobrehidratación, los cuales se asocian con aumento en la morbimortalidad de estos pacientes.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la estadística descriptiva se utilizarán medidas de tendencia central y dispersión para las variables cualitativas de distribución emplearemos frecuencias y porcentajes. Las pruebas estadísticas de hipótesis acuerdo con la naturaleza de las variables cuantitativa: prueba de «t» de Student, variable cualitativa: xi cuadrada.

RESULTADOS

En total 54 paciente fueron incluidos en el estudio, pacientes que ingresaron a procedimiento neuroquirúrgico que cumplieron los criterios de inclusión, en el periodo comprendido entre el 1 de septiembre 2020 al 30 de abril 2021

ANÁLISIS DE LAS VARIABLES

Previa aceptación de los comités de investigación, ética y bioseguridad del HJM realizamos estudio prospectivo, comparativo, longitudinal y analítico. En la población estudiada, la edad mínima fue de 20 años y la máxima de 69, En la población estudiada 26 paciente fueron de género femenino y 28 de masculino.

	PROMEDIO	DESV. M	MASCULINO	FEMENINO
EDAD	41.5	14.6		
GENERO			28 (51.8%)	26 (48.2%)

DCo₂

DCo₂ inicial mínimo de 1.4, máximo de 6.5, previo a la resección de la lesión mínimo de 2, máximo de 6; posterior a la resección de la lesión mínimo de 3.4, máximo de 6.8; final mínima de 3, máxima de 6.1.

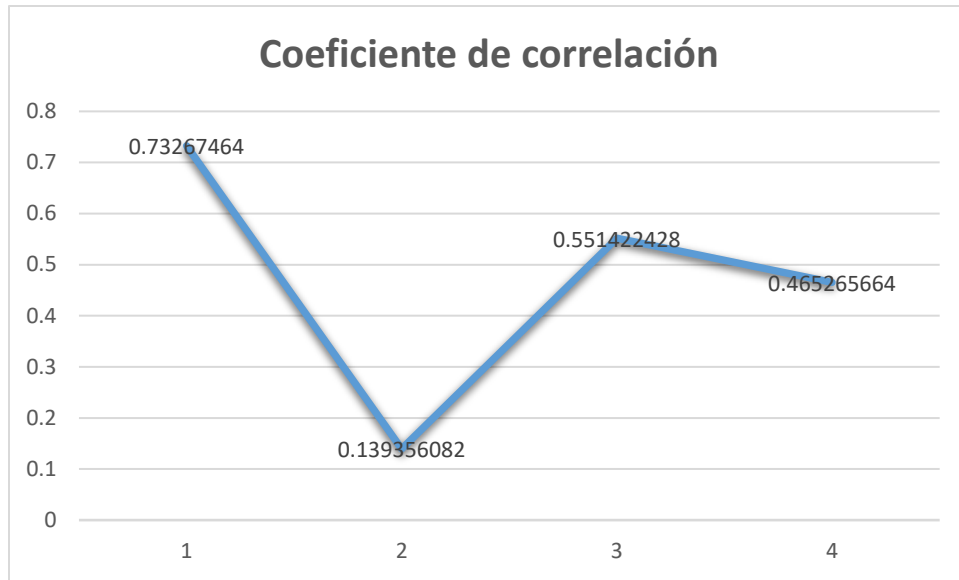
DCo₂	PROMEDIO	DESV ESTÁNDAR
INICIAL	4.2	1.1
PRE RESECCION	4.1	0.9
POST RESECCION	5.1	1.0
FINAL	4.9	0.8

VPP

VPP inicial mínima de 4, máxima de 10; Pre-resección mínima de 4, máxima de 9; Post resección mínima de 4, máxima de 17; Final mínima de 4, máxima de 11,

VPP	PROMEDIO	DESV ESTÁNDAR
INICIAL	5.3	1.6
PRE RESECCION	5.9	1.3
POST RESECCION	8.2	3.4
FINAL	7.1	7.1

Se realizó prueba de coeficiente de correlación la cual para el DCO₂ y VPP iniciales con un $r=0.73$; para el de pre-resección fue $r=0.13$; para el de post resección fue de $r=0.55$; la final fue de $r=0.46$.



INGRESOS

Ingresos pre-resección mínimo 250 ml, máximo 1750 ml; Post resección mínimo 400 ml, máximo 8700 ml; Finales mínimo 1100 ml, máximo 10050 ml.

INGRESOS	PROMEDIO	DESV ESTANDAR
PRE RESECCION	817.2	290
POST RESECCION	1833	1493
FINALES	3284	1702

EGRESOS

Egresos pre-resección mínimo 150 ml, máximo 1500 ml; Post resección mínimo 550 ml, máximo 7600 ml, Finales mínimo 1190 ml, máximo 9560 ml.

EGRESOS	PROMEDIO	DESV ESTANDAR
PRE RESECCION	789	246
POST RESECCION	1822	1295
FINALES	3236	1591

SANGRADO

Sangrado pre-resección mínimo 30 ml, máximo 480 ml; Post resección mínimo 60 ml, máximo 2600 ml; Final mínimo 100 ml, máximo 3000 ml,

SANGRADO	PROMEDIO	DESV ESTANDAR
PRE RESECCION	199	98
POST RESECCION	530	548
FINAL	803	620

TRANSFUSION

De los 54 paciente incluidos en el estudio 20 (35%) recibieron transfusión; no recibieron transfusión 34 (59.6%) pacientes

TRANSFUSION	SI	PORCENTAJE	NO	PORCENTAJE
N 54	20	37%	34	62.9%

DISCUSIÓN

La hipercapnia tisular aumenta cuando hay falla circulatoria secundaria a hipovolemia, sepsis y disfunción cardíaca. La hipercapnia venosa es resultado de la oxidación tisular. El CO_2 venoso es dependiente del flujo circulatorio lo cual lo convierte en un marcador útil en la evaluación de la calidad de reanimación en estados de choque circulatorio. Diversos estudios han demostrado que los pacientes con un delta de CO_2 (DCO_2) mayor de 6 tuvieron mayor mortalidad¹⁵, igualmente se ha evidenciado que cambios dinámicos derivados de la forma de onda arterial como la variabilidad de presión de pulso (VPP) predicen con alta precisión paciente que probablemente respondan a un desafío de líquidos⁶. En la actualidad hay bastante evidencia de que una VPP mayor a 13%, está relacionada con una mayor probabilidad de obtener respuesta adecuada tras una sobrecarga de líquidos, mientras que niveles inferiores a 7% identifica a los no respondedores.

Una adecuada reanimación hídrica disminuye la incidencia de complicaciones postoperatorias, la duración de la ventilación mecánica, la permanencia en UCI y la estancia hospitalaria, la hipovolemia puede pasar desapercibida antes, durante y después de una cirugía importante. La hipovolemia perioperatoria conduce a una mala perfusión la cual se considera es un factor importante en la determinación de la morbilidad posoperatoria después de una cirugía mayor⁷. La optimización del estado circulatorio perioperatorio fue un concepto promulgado por primera vez por Shoemaker y colegas²⁰, este enfoque brinda más apoyo y resalta la importancia de

evitar la hipovolemia y la deuda de oxígeno tisular en el perioperatorio como es comentado por *marcel lopes (2007)*⁷, por lo cual se propone que la administración de líquidos intraoperatorios sea guiada por metas, la medición de la presión arterial invasiva es una práctica común en la mayoría de los paciente sometidos a procedimientos neuroquirúrgicos, por lo tanto la medición de VPP es un método sencillo y económico y el cual se puede obtener en tiempo real y a la cabecera del paciente en comparación con técnicas más invasivas y con necesidad de sensores económicamente de más difícil acceso que controlan y miden el gasto cardiaco y el suministro de oxígeno, por lo cual el enfoque de la medición de la VPP lo vuelve un método simple con aplicación que podría ser generalizada a consideración del neuroanestesiólogo.

El monitoreo hemodinámico es considerado hoy en día la piedra angular en el cuidado del paciente crítico y en paciente sometido a cirugía mayor, por lo cual se han estudiado variables dinámicas las cuales sean aplicables y útiles en el transoperatorio con el fin de una adecuada guía en el manejo de líquidos y la adecuada reanimación hídrica, esto teniendo en cuenta que los procedimientos neuroquirúrgicos en su mayoría son cirugías de larga duración con potencial sangrado abundante lo cual puede llevar a un choque hipovolémico, permitiendo que con estas variables se puede iniciar un manejo temprano y adecuado lo cual influye en el pronóstico de este tipo de pacientes; teniendo en cuenta que en la actualidad no contamos con los recursos económicos en nuestras instituciones de salud que permitan utilizar métodos más invasivos y costosos, además que el uso de variables estáticas como son la presión arterial, frecuencia cardiaca, oximetría

de pulso, presión venosa central presentan cambios tardíos y poco específicos lo cual puede llevar a una reanimación deficiente y de inicio tardío generando un deterioro en el pronóstico de estos pacientes.

El inicio precoz y óptimo de la reanimación en el choque circulatorios es importante ya que permite recuperación de la perfusión tisular y preservar la función de órganos vitales evitando el desarrollo posterior de la falla multiorgánica aumentando la mortalidad por esto es importante la aplicación e identificación de parámetros hemodinámicos que guíen el adecuado manejo hemodinámico. Es conocido que $DCO_2 >6$ mmHg es un indicador sensible de hipoperfusión, sensible para predecir mortalidad en paciente con choque circulatorio y séptico como lo comenta Hernandez Luna (2011)¹⁵.

Teniendo en cuenta este parámetro y al contar con catéter venoso central y monitoreo de la presión arterial invasiva en la gran mayoría de los pacientes neuroquirúrgicos en este estudio decidimos evaluar la correlación entre el DCO_2 y la VPP como variables dinámicas y hemodinámicas comparándolas y considerar la VPP como un indicador eficaz en la evaluación del estado volémico del paciente y su respuesta a fluidos.

En este estudio hubo una muestra de 54 pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos neurológicos, donde encontramos una mayor correlación entre la VPP y el DCO_2 basal ($r=0.73$ y $p 0.000$) y en el periodo post resección de la lesión ($r= 0.55$ y $p 0.000$) y en el que menor correlación encontramos fue en el periodo post inducción previo a la resección de la lesión sin embargo no es estadísticamente significativo ($r=0.13$ y $p 0.000$), esto podría asociarse al ayunos prolongados

prequirúrgicos e incluso con la vasodilatación asociada a la inducción anestésica que son comentados en su artículo por Marcel Lopes⁷.

Los hallazgos en este estudio nos indica que existe una relación confiable entre VPP >13% y el DCO₂ > 6 mmHg lo cual está a favor que sea un dato equivalente al DCO₂ en la reanimación hídrica de los pacientes neuroquirúrgicos, así como marcador de pronóstico de mortalidad reportado en el artículo de Pérez Bedolla (2019)¹⁶.

CONCLUSIONES

En esta ocasión hare una aclaración en la toma de muestra ya que originalmente correspondían a procedimientos de fosa posterior el cual se modificó teniendo en cuenta el momento histórico en el cual se presenta la pandemia por SARS – CoV 2 lo cual genero disminución en la programación quirúrgica y en el ingreso de paciente neuroquirúrgicos, por lo tanto, se tuvieron en cuenta todos los pacientes sometidos a procedimientos neuroquirúrgicos que cumplían criterios de inclusión.

La reanimación guiada por metas tempranas es bien conocida y sus beneficios a corto y largo plazo, mejorando el pronóstico del paciente. Los parámetros hemodinámicos más útiles para la monitorización continua son los dinámicos, en el presente estudio se han analizado parámetros útiles en la monitorización transoperatoria aplicables por parte de neuroanestesiología, los cuales nos acercan a evaluar el estado de volemia con el fin de mantener una adecuada perfusión tisular.

La monitorización transoperatoria con parámetros hemodinámicos dinámicos como VPP y DCO₂ son parámetros confiables para guiar la terapia hídrica, lo cual permite un control en la reposición hídrica, esto permite un mejor control en la reposición de líquidos endovenosos lo cual repercute en el pronóstico, mortalidad, días de ventilación mecánica y estancia hospitalaria de los pacientes neuroquirúrgicos.

Teniendo en cuenta que los procedimientos neuroquirúrgicos en su mayoría son procedimientos mayores con alto riesgo anestésico quirúrgico con potencial pérdida sanguínea abundante en el transoperatorio, lo cual hace que el manejo hídrico sea uno de los parámetros de vital importancia mejorando su pronóstico a corto y mediano plazo, por lo cual es importante contar con parámetros dinámicos de fácil y pronta medición además de eficaces como guía en la reposición hídrica.

Se ha demostrado que valores de VPP > de 12% y DCO₂ > de 6 mmHg son parámetros que evalúan la perfusión tisular la cual es una condición que responde a la perfusión de líquidos; valores menores identifica a los pacientes con un adecuado tratamiento de restitución hídrica los cuales no responden a la administración de líquidos los cuales por el contrario pueden ser deletéreos, en este caso se debe considerar el inicio de terapia con vasopresores.

En este estudio encontramos que si existe correlación clínica y estadística entre VPP y DCO₂ en especial en las medidas basales y postresección de la lesión la cual es el momento de mayor sangrado en el transoperatorio.

Concluimos que el DCO₂ Y la VPP son parámetros hemodinámicos dinámicos, de fácil acceso en procedimientos neuroquirúrgicos ya que la monitorización rutinaria

de estos paciente incluyen el catéter venosos central y la vigilancia de la presión arterial invasiva las cuales son los requisitos para la obtención de estas variables, además técnicamente fácil de obtener, sin gastos económicos adicionales, de fácil acceso y al alcance del anestesiólogo, reproducibles y en especial la VPP se obtiene en tiempo real y a la cabecera del paciente. Sin embargo, sugerimos realizar más estudios posteriores con una muestra mayor y más homogénea teniendo en cuenta que se tomaron en este caso todos los pacientes sometidos a procedimiento neuroquirúrgicos, destinado a correlacionar dichos valores.

RECURSOS

Se utilizarán los recursos utilizados rutinariamente para la monitorización transanestésica del paciente sometidos a cirugía de fosa posterior.

ASPECTOS ETICOS

De acuerdo con la ley general de salud y la declaración de Helsinski de la asociación médica mundial: El presente estudio es considerado como de *riesgo mayor al mínimo*, ya que se realizará mediciones hemodinámicas mediante la canulación arterial y la toma de muestra sanguínea a través de los dispositivos colocados de manera rutinaria en los procedimientos de quirúrgicos para monitoreo hemodinámico y anestésico dentro de la sala de cirugía del hospital Juárez de México.

La información obtenida y el análisis de los resultados serán anónimos y no se relacionarán con el nombre del paciente. Se garantiza la confidencialidad de cada paciente.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación, se presenta el cronograma de actividades

Cronograma de actividades															
	Junio 2020			Julio 2020			Agosto 2020			Septiembre 2020- abril 2021			Mayo - Agosto 2021		
1.- Búsqueda bibliográfica	R	R	R												
2.- Diseño del protocolo				R											
3.-Aprobación del protocolo					P	P	P	P							
4.- Desarrollo del protocolo y recolección de datos										P	P	P	P		
5.- Análisis de datos y elaboración de tesis														P	P
														P	P

BIBLIOGRAFIA

1. Crossman AR, Neary D. Coverings of the central nervous system. Fifth. Manchester, UK: Elsevier; 2015. 50-55 p
2. Hilda Judith De La Serna-Soto, María Areli Osorio-Santiago. Cirugía de fosa posterior y extubación fallida. Anestesia en México, volumen 29 N°. 2, mayo – agosto
3. Mathieu Jozwiak. Less or more hemodynamic monitoring in critically ill patients. *Curr Opin Crit Care* 2018, 24:000–000
4. Bernd Saugel. *Journal of Clinical Monitoring and Computing* 2016 end of year summary: cardiovascular and hemodynamic monitoring. *Intensive Care Med* (2016) 42:1350–1359
5. Jesús Santiago Toledo. Correlación entre la variabilidad de la presión de pulso y la presión de oclusión de la arteria pulmonar. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int* 2011;25(2):58-65.
6. Paul E Marik, Xavier Monnet. Hemodynamic parameters to guide fluid therapy. *Annals of Intensive Care* 2011, 1:1
7. Marcel R Lopes, Marcos A Oliveira. Goal-directed fluid management based on pulse pressure variation monitoring during high-risk surgery: a pilot randomized controlled trial. *Critical Care* (2007) Vol 11 No 5
8. Wolfgang Buhre, Rolf Rossaint. Perioperative management and monitoring in anaesthesia. *Lancet* 2003; 362: 1839–46
9. Jean-Louis Teboul, Bernd Saugel. Less invasive hemodynamic monitoring in critically ill patients. *Intensive Care Med* (2016) 42:1350–1359
10. Octavio González-Chon, Monitoreo hemodinámico basado en la variación de la presión del pulso: Sustento fisiológico y perspectiva. *Rev de Investigación Médica Sur, México* Vol. 15, núm. 2, abril-junio 2008

11. Paul E. Marik, Dynamic changes in arterial waveform derived variables and fluid responsiveness in mechanically ventilated patients: A systematic review of the literatura. Crit Care Med 2009 Vol. 37, No. 9
12. Marik PE , Cavallazzi R. Dynamic changes in arterial waveform derived variables and fluid responsiveness in mechanically ventilated patients: A systematic review of the literatura. Crit Care Med 2009 Vol. 37, No. 9
13. Frederic Michard. Changes in Arterial Pressure during Mechanical Ventilation. Anesthesiology 2005; 103:419–28
14. Hay H. Binkau J. Phase-related changes in rigth ventricular cardiac output under volumen-controlled mechanical ventilation with positive pressure at tne end of expiration. Crit Care Med 1999, 27: 53-958
15. Ariadna Hernández Luna. Delta de dióxido de carbono para valorar perfusión tisular como predictor de mortalidad en choque séptico. Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int 2011;25(2):66-70
16. Pérez- Bedolla MDP, 2Mendoza –Trujillo RDC. Delta de CO₂ arteriovenoso como marcador pronóstico de morbilidad y mortalidad en pacientes sometidos a cirugía neurológica. Anestesia en México 2019; 31(2)15-25
17. 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):140–145
18. Rafaelita Ocelotl Pérez. Delta de CO₂ como factor de riesgo de muerte en choque séptico. Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int 2016;30(1):30-42
19. Futier E, Teboul J, Vallet B. Annual Update in Intensive Care and Emergency Medicine 2011. 2011; 1:366–374.
20. Shoemaker WC, Appel PL, Kram HB, Waxman K, Lee TS. Prospective trial of supranormal values of survivors as therapeutic goals in high-risk surgical patients. Chest. 1988 Dec;94(6):1176-86.