



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA

SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS
TRABAJADORES DEL ESTADO

VELOCIMETRIA DOPPLER TRANSCRANEAL EN PACIENTES
CON VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA CON DIFERENTES
VALORES DE PRESION POSITIVA
AL FINAL DE LA ESPIRACION

Trabajo de investigación que presenta:
JACOBO RODRIGUEZ RODRIGUEZ

Para obtener el Diploma de la Especialidad
MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO

Asesor de Tesis:
DR. CESAR AUGUSTO GONZALEZ LOPEZ

No. De Registro de Protocolo
199.2015

2015





Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

DR. DANIEL ANTONIO RODRIGUEZ ARAIZA
COORDINADOR DE ENSEÑANZA Y CAPACITACION

DR. GUILIBALDO PATIÑO
CARRANZA

JEFE DE ENSEÑANZA

DRA. MARTHA EUNICE RODRIGUEZ
ARELLANO

JEFE DE INVESTIGACION

DR. PEDRO EDUARDO ALVARADO RUBIO
PROFESOR TITULAR DE LA ESPECIALIDAD

DR. CESAR AUGUSTO GONZALEZ LOPEZ
ASESOR DE TESIS

RESUMEN

Introducción. En la unidad de terapia intensiva, el ingreso de pacientes que utilizan ventilación mecánica es muy frecuente, durante el tiempo necesario hasta la recuperación de la capacidad funcional del paciente para que pueda reasumir la ventilación espontánea. Los efectos de la ventilación mecánica sobre el sistema nervioso central se traducen principalmente en alteraciones de la perfusión cerebral y elevación de la presión intracraneal.

Objetivo: Determinar las modificaciones que se producen en la velocidad media de arteria cerebral, medidos con Doppler transcraneal en pacientes con ventilación mecánica invasiva en modalidad controlado por presión, con diferentes niveles de Presión positiva al final de la espiración (PEEP) de acuerdo a los requerimientos del paciente en la Terapia Intensiva Adultos del Hospital Regional Licenciado Adolfo López Mateos del ISSSTE.

Método: Es un estudio descriptivo, prospectivo, transversal realizado de marzo 2014 a diciembre 2014, se estudiaron 15 pacientes que cumplieron criterios de inclusión, se utilizó Doppler Transcraneal (Viasys Healthcare) con número de serie 340051858.

Resultados: El promedio de edad de la población estudiada fue de 42 ± 10 años, 9 de los pacientes eran de sexo femenino. El promedio global de PEEP con el que ingresaron todos los pacientes fue de 8.0 ± 1.3 . En la mayoría de los casos, 8 (53%) se requirió aumento para obtener una adecuada oxigenación. El promedio de la velocidad media de arterial cerebral con aumento de PEEP fue de 56 ± 3.4 . Se realizó un análisis exploratorio con X² para comparar el sexo con el aumento de PEEP y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p=0.833$) y con U de Mann-Whitney para comparar el aumento de PEEP con la velocidad media de arteria cerebral inicial y tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p=0.129$). Además, se aplicó Rho de Spearman para determinar la correlación entre aumento de PEEP y velocidad media de arteria cerebral, sin encontrar diferencias significativas ($p=0.163$).

SUMMARY O ABSTRACT

Introduction: In the ICU, the admission of patients using mechanical ventilation is common, for the time necessary to recover the functional capacity of the patient to spontaneous ventilation. The effects of mechanical ventilation on the central nervous system mainly result in alterations of cerebral perfusion and elevated intracranial pressure. Because the positive-pressure ventilation can reduce cardiac output and mean arterial pressure, also lower the cerebral perfusion pressure.

Objective: To determine the changes that occur in the middle cerebral artery speed, measured with transcranial Doppler in patients with invasive mechanical ventilation in controlled pressure mode, with different levels of positive pressure at end expiration (PEEP) according to the requirements of the patient in the Intensive Care Adult Regional Hospital Adolfo Lopez Mateos ISSSTE.

Method: A descriptive, prospective, cross-sectional study from March 2014 to December 2014, 15 patients who met inclusion criteria were studied, Transcranial Doppler (Viasys Healthcare) was used with serial number 340 051 858.

Results: The mean age of the study population was 42 ± 10 years, 9 patients were female. The global average of PEEP with all admitted patients was 8.0 ± 1.3 . In most cases, 8 (53%) increase was required to obtain adequate oxygenation. The average of the mean speed of cerebral blood with increased PEEP was 56 ± 3.4 . An exploratory analysis was performed using X2 to compare sex with increasing PEEP and no statistically significant difference ($p = 0.833$) and Mann-Whitney were found to compare the increase in PEEP to the average initial rate of cerebral artery no statistically significant differences ($p = 0.129$) were found. In addition, Spearman rho was used to determine the correlation between PEEP and increased average speed of cerebral artery, with no significant differences ($p = 0.163$).

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas y cada una de las personas que participaron:

A todos los profesores de la Especialidad de Medicina Del Enfermo en Estado Crítico.

Que me guiaron día a día desde el inicio hasta el final del curso de especialidad.

A mis familiares, compañeros y amigos.

Que siempre estuvieron apoyándome, para culminar esta meta tan importante en la vida.

INDICE GENERAL

TITULO	PAG
RESUMEN	C
ABSTRACT	D
AGRADECIMIENTOS	E
INDICE GENERAL	F
INDICE DE FIGURAS TABLAS Y GRAFICAS	G
1. DEFINICION DEL PROBLEMA	1
2. ANTECEDENTES	2
3. INTRODUCCION	4
3.1. VENTILACION MECANICA	4
3.2. LA PRESIÓN POSITIVA AL FINAL DE LA ESPIRACIÓN (PEEP: POSITIVE END EXPIRATORY PRESSURE)	6
3.3 EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA	9
3.4. DOPPLER TRANSCRANEAL	11
4. JUSTIFICACION	15
5. HIPOTESIS	16
6. OBJETIVO GENERAL	17
7. OBJETIVOS ESPECIFICOS	18
8. DISEÑO	19
8.1. TAMAÑO DE MUESTRA	19
8.2. CRITERIOS DE INCLUSION	19
8.3. CRITERIOS DE EXCLUSION	19
8.4. CRITERIOS DE ELIMINACION	20
8.5. DEFINICION DE VARIABLES Y UNIDADES DE MEDIDA	20
8.6. ANALISIS ESTADISTICO	21

9. CONSIDERACIONES ETICAS	22
10. CONSIDERACIONES DE BIOSEGURIDAD	23
11. RESULTADOS	24
12. DISCUSION	28
13. CONCLUSION	30
14. BIBLIOGRAFIA	31
15. ANEXOS	35
15.1. HOJA DE RECOLECCION DE DATOS	35

INDICE DE FIGURAS, TABLAS Y GRAFICAS

FIGURA 1	6
FIGURA 2	7
TABLA 1	12
TABLA 2	14
TABLA 3	24
TABLA 4	25
TABLA 5	25
TABLA 6	27
GRAFICA 1	24
GRAFICA 2	25
GRAFICA 3	26

1. DEFINICION DEL PROBLEMA

Determinar que modificaciones se producen en la velocidad de flujo en arteria cerebral media, con Doppler transcraneal en pacientes con ventilación mecánica invasiva en modalidad controlado por presión, con diferentes niveles de Presión positiva al final de la espiración (PEEP) de acuerdo a los requerimientos del paciente, en la Unidad de Terapia Intensiva Adultos del Hospital Regional Licenciado Adolfo López Mateos.

2.- ANTECEDENTES

Werner y colaboradores, estudiaron los efectos de la presión positiva al de final de la espiración (PEEP) en la arteria cerebral y la velocidad del flujo sanguíneo índice de pulsatilidad medio, se estudiaron en 20 pacientes programados para cirugía electiva menor. En Ámsterdam en el año 2000. La ecografía Doppler transcraneal se utilizó para medir velocidad sistólica y la media de la velocidad del flujo y el índice de pulsatilidad. Los parámetros de la ecografía se registraron a control (PEEP = 0) y después de PEEP de 5 cm H₂O, 10 cm H₂O y 15 cm H₂O para un período de 5 minutos para cada nivel de PEEP. Velocidad sistólica y velocidad media se redujeron significativamente con cada incremento de PEEP.

Schramm y colaboradores determinaron que los altos niveles de presión espiratoria final positiva (PEEP), como parte del tratamiento en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo, puede prevenir el colapso alveolar y mantener la oxigenación. PEEP reduce potencialmente el retorno venoso cerebral, aumenta el volumen sanguíneo intracraneal, y puede, por lo tanto, afectar el flujo sanguíneo cerebral y la autorregulación cerebrovascular. La autorregulación cerebrovascular fue afectada en el 55% de los pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo. Esto debe tenerse en cuenta en la gestión de la presión de perfusión cerebral para evitar hiperperfusión cerebral o hipoperfusión.

Mascia y colaboradores concluyen que la PEEP induce hiperinflación alveolar que conduce a un aumento significativo en la PaCO₂, la presión intracraneal aumenta

significativamente, mientras que cuando PEEP causa reclutamiento alveolar, la presión intracraneal no cambió.

Chen Zhi y colaboradores encontraron que algunos pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo moderadas o graves sin enfermedad del sistema nervioso central tienen deterioro preexistente de la autorregulación cerebral. Sin embargo, independientemente de la autorregulación cerebral preexistente puede no verse afectada aún más cuando se eligió una alta PEEP.

Georgiadis D. y colaboradores realizaron un estudio para evaluar la influencia de la presión espiratoria final positiva (PEEP) en la presión intracraneal y la presión de perfusión cerebral en pacientes con accidente cerebrovascular agudo. Reporto que la presión de perfusión cerebral cambió significativamente de forma negativa, en función de los diferentes niveles de PEEP.

Ciancaglini indica que la presión positiva al final de la espiración (PEEP) puede aumentar la presión Intracraneana (PIC) a través de la disminución del retorno venoso sistémico y cerebral. En pacientes neurocríticos se recomienda una PEEP entre 5-10 cmH₂O. No obstante, se valorará el riesgo/beneficio, pues si no conseguimos Presión arterial de oxígeno óptima con ascenso de la Fracción inspirada de oxígeno, recurriremos al aumento de PEEP.

3.- INTRODUCCION

3.1 Ventilacion Mecanica

La ventilación mecánica (VM) se considera un procedimiento utilizado para sostener la respiración de modo transitorio, durante el tiempo necesario hasta la recuperación de la capacidad funcional del paciente para que pueda reasumir la ventilación espontánea (1,2).

Los objetivos fisiológicos de la VM incluyen:

1. Mejorar el intercambio gaseoso:

Ventilación alveolar en el fallo ventilatorio.

Oxigenación arterial, tanto en el fallo hipoxémico como en el ventilatorio.

2. Mantener y restaurar el volumen pulmonar, modificar la relación presión/volumen:

Capacidad residual funcional (FRC) y volumen de fin de inspiración.

Aumentar la distensibilidad.

Prevenir la lesión pulmonar inducida por el ventilador.

Evitar el atrapamiento aéreo.

3. Reducir el trabajo respiratorio:

Disminución de la carga de los músculos y del costo de oxígeno de la respiración.

Revertir la fatiga de los músculos respiratorios.

4. Mejorar la oxigenación tisular:

Aumentar la disponibilidad de oxígeno en la sangre arterial.

Permitir la redistribución de la provisión de oxígeno hacia parénquimas vitales.

Modos de ventilación

El modo se refiere a la forma como se interrelaciona la actividad ventilatoria del paciente con el mecanismo de sostén elegido. En este contexto, si el ventilador comanda la totalidad de la actividad el modo será controlado. Si el enfermo inicia la actividad y el ventilador la complementa el modo se denominará asistido. Si se combinan las dos condiciones mencionadas, el modo será asistido controlado.

Modo controlado

Puede considerarse el uso del modo controlado en la incapacidad de la bomba ventilatoria para iniciar la actividad. La principal ventaja del modo es la garantía de entrega de unos parámetros ventilatorios adecuados, constantes, conocidos y modificables de acuerdo al estado evolutivo del paciente. Dicho de otra manera el enfermo está completamente protegido.

Límite de ciclado del ventilador

El límite de ciclado puede ser el volumen o la presión. En la segunda (ciclado por presión) se instauran valores de presión inspiratoria máxima dependientes de la distensibilidad pulmonar y del volumen que teóricamente debe movilizar el paciente. (3).

3.2 LA PRESIÓN POSITIVA AL FINAL DE LA ESPIRACIÓN (PEEP: POSITIVE END EXPIRATORY PRESSURE)

Es un patrón que impide el descenso de la presión de fin de espiración a nivel de presión atmosférica. Quiere decir que la línea de base sobre la cual se realiza la ventilación es supra-atmosférica.

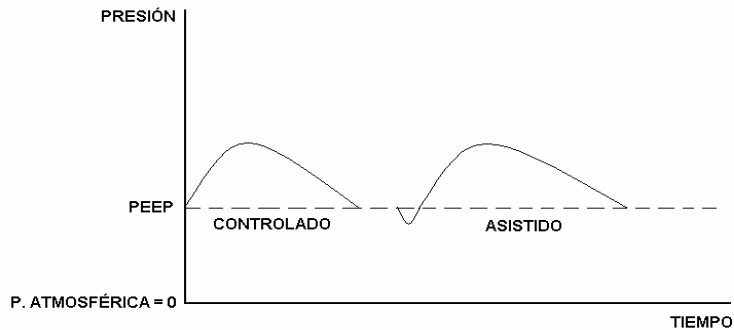


Figura 1. Representación esquemática de la PEEP en una curva presión tiempo. Obsérvese que la línea de base es supra-atmosférica en cualquier modo de ventilación

Las principales ventajas son aumento de la capacidad funcional residual, aumento en la PaO₂, disminución del riesgo potencial de toxicidad por oxígeno, disminución del corto circuito, mantenimiento del reclutamiento alveolar conseguido en fase inspiratoria, prevención del atelectrauma, prevención de atelectasias, redistribución del líquido alveolar.

Las desventajas se relacionan con el incremento en la presión media en la vía aérea: disminución del retorno venoso, aumento en la resistencia vascular pulmonar, y disminución del gasto cardiaco. A nivel pulmonar puede ser el punto

de partida del barotrauma y puede causar disminución de la distensibilidad. Estos efectos desventajosos ocurren cuando se utilizan niveles excesivos. Es entonces importante establecer niveles óptimos de PEEP, mediante el monitoreo hemodinámico y/o el análisis del punto de inflexión inferior de la curva presión volumen, el cual determina el valor más adecuado de PEEP. (4).

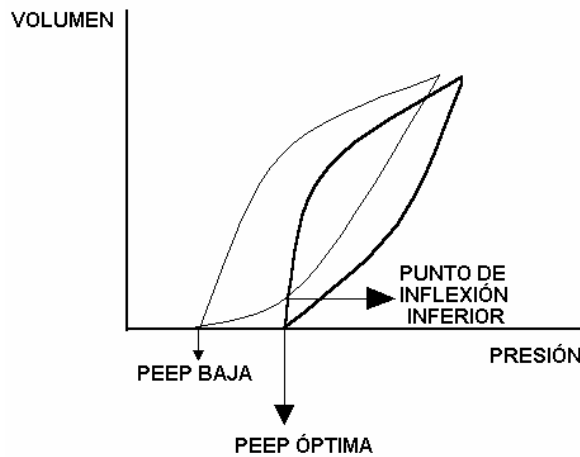


Figura 2. Curva presión volumen (curva delgada) en la que se observa el punto de inflexión inferior sobre el asa inspiratoria con un bajo valor de PEEP. La curva gruesa representa la PEEP óptima en la que se ha eliminado el punto de inflexión inferior al incrementar el valor de la presión de fin de espiración.

En la práctica clínica diaria niveles entre 5-12 cmH₂O son adecuados (particularmente si se utilizan valores de volumen tidal de 6 cc/Kg y presión meseta menor o igual a 30 cmH₂O.) La introducción de PEEP debe realizarse de manera sistemática y ordenada:

1. Asegurarse de que sólo el PEEP es la variable a cambiar y usar incrementos de 3-5 cmH₂O de manera progresiva.

2. Reducir al mínimo permisible el tiempo que media entre el cambio (por ejemplo: 20 minutos) y la medición de los diversos parámetros (mecánicos y/o gasométricos), aumentando la probabilidad de que las respuestas obtenidas sean debidas a la acción del PEEP o el cambio en la misma y no de la patología del paciente.

3. Evaluar las respuestas en cada cambio. La mejor PEEP es aquella que permita una FIO₂ pequeña a un nivel de PaO₂ aceptable, y que no cause los efectos tóxicos comprometa la entrega del mismo, es decir, que siendo clínicamente eficaz maximice sus efectos positivos y minimice los deletéreos. También cuando la PEEP va a ser disminuida o discontinuada, se requiere un proceder ordenado, ya que una suspensión súbita puede producir hipoxemia que requiera horas o días para recuperarse u obligue a reinstaurar una PEEP a un nivel mayor que el empleado antes de suspenderla. (5-6)

3.3 EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA

Debido a las interacciones homeostáticas de los pulmones y otros órganos, la ventilación mecánica puede afectar a casi cualquier sistema corporal. Sus efectos dependerán del cambio en las presiones fisiológicas dentro del tórax (positividad de la presión intratorácica), y su magnitud estará en relación con la presión media de la vía aérea y con el estado cardiopulmonar del paciente. (7-8).

Efectos neurológicos

Los efectos de la ventilación mecánica sobre el sistema nervioso central se traducen principalmente en alteraciones de la perfusión cerebral y elevación de la presión intracraneal. Lógicamente, los pacientes con hipertensión intracraneal tienen mayor riesgo de reducción de la presión de perfusión cerebral.

Reducción de la presión de perfusión cerebral

Debido a que la ventilación con presión positiva puede reducir el gasto cardíaco y la presión arterial media, también puede descender la presión de perfusión cerebral (diferencia entre presión arterial media y presión intracraneal). Por otra parte, la inducción de hiperventilación para tratar la hipertensión intracraneal disminuye la PaCO₂ y puede causar isquemia si se produce una vasoconstricción cerebral excesiva. (9-11).

Incremento de la presión intracraneal

La ventilación mecánica puede provocar un aumento de la presión intracraneal como consecuencia del incremento en la presión venosa yugular y de la reducción del retorno venoso cerebral, lo que ocasiona una disminución de la presión de perfusión cerebral. No obstante, la relación entre la presión positiva en la vía aérea y la presión intracraneal depende del grado de distensibilidad pulmonar y cerebral. Se ha demostrado que cuando la PEEP se aplica en el marco clínico apropiado (disminución de la distensibilidad pulmonar), la transmisión de la presión de la vía aérea a la aurícula derecha, y por tanto al compartimento intracraneal, es menor. (12-14).

El desarrollo de hipercapnia, como consecuencia de una hipoventilación, produce un aumento del flujo sanguíneo cerebral y puede elevar la presión intracraneal. En cualquier caso, siempre que sea necesario aplicar una PEEP alta en pacientes con lesión cerebral debe monitorizarse la presión intracraneal. (15-16).

La hiperventilación iatrogénica, inducida durante cortos periodos de tiempo, se ha utilizado históricamente como una de las medidas de control de la presión intracraneal en casos de hipertensión intracraneal resistente al tratamiento de primera línea. Los efectos de la reducción aguda de la PaCO₂ se traducen en vasoconstricción de la vasculatura cerebral con disminución del flujo sanguíneo y descenso temporal de la presión intracraneal. (17-21).

3.4 DOPPLER TRANSCRANEAL

El doppler transcraneal es una herramienta muy útil desde el punto de vista clínico e investigativo, que permite evaluar en forma no invasiva la hemodinamia cerebral mediante un análisis objetivo, inmediato sin límite de tiempo y con la frecuencia de repetición que sea necesaria de las velocidades sanguíneas, que a su vez reflejan los cambios relativos del flujo cerebral regional.

Para estudiar cada una de las arterias y sus distintos segmentos se tienen en cuenta fundamentalmente cuatro elementos: la ubicación (ventana) y dirección del transductor en el cráneo; la profundidad del volumen de muestreo del Doppler pulsado y la dirección del flujo sanguíneo (hacia o alejándose de la sonda ultrasónica). Debemos conocer perfectamente el estado de las arterias extra craneales, el paciente debe descansar confortablemente para evitar los artefactos causados por el movimiento, el examinador debe conocer consideraciones anatómicas: el número y accesibilidad de los forámenes intracraneales ("ventanas" ultrasónicas) que pueden ser penetrados con el haz ultrasónico. (22-24).

Las arterias de la base del cráneo varían marcadamente en cuanto a tamaño, curso y desarrollo y en función del sitio de acceso. Los equipos disponibles usan Doppler pulsado con una frecuencia de emisión de 2- Mhz, con una profundidad

del volumen de muestreo regulable y con buena resolución direccional. Los siguientes son requerimientos adicionales:

- 1) Potencia de transmisión entre 10 y 100 mW/cm/seg.
- 2) Profundidad ajustable del volumen de muestreo.
- 3) P. R. F. (Frecuencia de repetición de pulsos) hasta 20 kHz.
- 4) Focalización del haz ultrasónico a una distancia entre 40 a 60mm

Generalmente comienza con el enfoque transtemporal, identificando la Arteria Cerebral Media (ACM), el lado estudiado a una profundidad de 50 a 55 mm, y luego "seguir "la red arterial homolateral, paso a paso, en varias direcciones. Es imprescindible confirmar el seguimiento de la ACM para asegurar su identificación, así como para otras arterias de la base del cráneo.

Las velocidades más altas se encuentran en la ACM o en la Arteria cerebral Anterior (ACA). En personas normales las Arterias Cerebrales Posteriores (ACP) el tronco Basilar tienen valores más bajos. Existe discrepancia entre los valores de velocidades (en cuanto al cambio de frecuencia Doppler) y los volúmenes de flujo, lo que representaría un mecanismo compensatorio para mantener el flujo sanguíneo constante en vasos de diferente tamaño y así, las velocidades son más lentas en los vasos de mayor diámetro y más rápidas en los vasos pequeños. (25-28).

Mediciones de la Velocidad Sanguínea			
Edad (años)	ACM (M1)	ACA (A 1)	ACP (P 1)
10-29	70 +/-16.4	61+/-14.7	55+/-9.0
30-49	57+/-11.2	48+/-7.1	42+/-8.9
50-59	51+/-9.7	46+/-9.4	39+/-9.9
60-70	41+/-7.0	38+/-5.6	36+/-7.9
Profundidad (mm)	50-55	60-65	60-65

Tabla 1.- ACM (M1) Arteria Cerebral Media (segmento M1), **ACA (A1):** Arteria Cerebral Anterior (Segmento A1), **ACP (P1):** Arteria Cerebral Posterior (segmento P1).

MEDICION DE VELOCIDAD MEDIA DE ARTERIA CEREBRAL

La exploración de los vasos se inicia con la utilización de la ventana temporal, programando en el sonógrafo una intensidad acústica máxima y una profundidad del volumen de muestra de 55 mm, donde con estos parámetros es más probable detectar algunos de las arterias de la base del cráneo, buscando principalmente la arteria cerebral media.

Aplicaremos el gel conductor al transductor y realizaremos movimientos circulares del transductor o sonda hasta encontrar una señal audible y posteriormente haremos los mismos movimientos de forma más suave hasta optimizar lo más posible la señal. (29-31).

Este tipo de onda presenta un pico sistólico que corresponde a la velocidad máxima y una depresión diastólica que corresponde a la velocidad mínima. Con estos valores el monitor calcula de forma automática los dos valores de mayor importancia para el estudio hemodinámico cerebral, que son: La velocidad media y el índice de pulsatilidad que es el mejor indicador del estado de las resistencias cerebro - vasculares y se calcula mediante la diferencia de la velocidad sistólica y diastólica dividido entre la velocidad media. (32-36).

Tabla 2.- Valores normales

Ventana	Arteria	Profundidad	Dirección	velocidad (cm/s)	Respuesta homolateral	Repuesta contralateral
Orbitaria	Sifón carotideo	60 - 80	Acerca	41 + / - 11	Disminución	Sin cambios o aumento
Orbitaria	Art oftálmica	40 - 60	aleja	21 + / - 5	Disminución	Sin cambios
Temporal	Art. Carótida interna	55 - 65	Acerca	39 + / - 9	Disminución	Sin cambios o aumento
Temporal	Art cerebral posterior	60 - 70	Aleja	39 + / - 10	Sin cambios o aumento	Sin cambios
Temporal	Arteria cerebral media (acm)	30 - 60	Acerca	55 + / - 12	Disminución	Sin cambios
Temporal	Arteria cerebral anterior	60 - 80	Aleja	50 + / - 11	Disminución, obliteración o inversión.	Sin cambios o aumento

4.- JUSTIFICACION

Se han realizado investigaciones en las que se documentó los cambios en la velocidad media de arteria cerebral, modificando la autorregulación de circulación cerebral, al modificarse los niveles de PEEP, en los pacientes que utilizan ventilacion mecánica, de predominio en pacientes con patología cerebral traumática y vascular.

En el Hospital Regional Licenciado Adolfo López Mateos en el área de terapia intensiva adultos se investigó que modificaciones se producen en la velocidad media de la arteria cerebral, en pacientes sin patología vascular, con aumento de niveles de PEEP de acuerdo a los requerimientos de este valor programado en la ventilacion mecánica para obtener una adecuada presión arterial de oxígeno.

5.- HIPOTESIS

Los diferentes niveles de PEEP utilizados en pacientes con ventilación mecánica en modalidad controlado por presión, alteran las velocidades de flujo de arterias cerebrales y modifican la autorregulación cerebral de forma negativa, en la unidad de Terapia Intensiva Adultos del hospital Regional Licenciado Adolfo López Mateos.

6.- OBJETIVO GENERAL

- ☞ Determinar las modificaciones que se producen en la velocidad media de arteria cerebral, medidos con Doppler transcraneal en pacientes con ventilación mecánica invasiva en modalidad controlado por presión, con diferentes niveles de Presión positiva al final de la espiración (PEEP) de acuerdo a los requerimientos de este valor programado en la ventilación mecánica para obtener una adecuada presión arterial de oxígeno, del paciente en la Terapia Intensiva Adultos del Hospital Regional Licenciado Adolfo López Mateos del ISSSTE.

7.- OBJETIVO ESPECIFICOS

- ❖ Evaluación de flujo arterial cerebral mediante doppler transcraneal determinando la velocidad media, en pacientes con ventilación mecánica en modalidad controlado por presión, que por su evolución clínica requieran aumentos progresivos de PEEP.

- ❖ Determinar cuáles son los cambios que se producen en la velocidad de flujo cerebral arterial, con cada aumento de PEEP utilizado, en caso de que el paciente así lo requiera para obtener un adecuado presión arterial de oxígeno.

8.- DISEÑO

Es un estudio descriptivo, prospectivo, transversal realizado de marzo 2014 a diciembre 2014. Se utilizó Doppler Transcraneal (Viasys Healthcare) con número de serie 340051858.

8.1 TAMAÑO DE MUESTRA

Se estudiaron 15 pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión en el periodo de marzo 2014-diciembre 2014,

8.2 CRITERIOS DE INCLUSION

Genero indistinto.

Mayores de 18 años y menores de 60 años.

Uso de Ventilacion Mecanica en modalidad controlado por presión.

Sin patología cerebral al momento de ingreso a la terapia intensiva.

8.3 CRITERIOS DE EXCLUSION

Pacientes que no requieran ventilación mecánica invasiva.

Pacientes con ventilación mecánica invasiva que utilicen modalidad diferente a controlado por presión.

Pacientes que ingresen por patología neurológica como enfermedad vascular cerebral isquémico o hemorrágico, traumatismo craneoencefálico, estado posoperatorio de neurocirugía.

8.4 CRITERIOS DE ELIMINACION

Paciente en que sea necesario cambio de modalidad de ventilacion mecánica.

Pacientes con mala ventana transcraneal acústica.

Pacientes que mueran durante la terapia ventilatoria.

8.5 DEFINICION DE VARIABLES Y UNIDADES DE MEDIDA (TABLA 1)

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición
Edad	Tiempo que ha vivido un ser vivo	Años desde su nacimiento hasta su defunción	cuantitativa	nominal
Sexo	Conjunto de individuos de una especie que comparten ciertas características	Conjunto de características que se distingue masculino o femenino	cualitativa	nominal
Valor de Presión positiva al final de la espiración.	Valor de PEEP programado en el ventilador mecanico.	Numero en cm de H2O programado	cuantitativa	continua

Velocidad media de arteria cerebral	Valor medido con Doppler transcraneal de arteria cerebral media	Velocidad determinada en Cm/sg	cuantitativa	continua
-------------------------------------	---	--------------------------------	--------------	----------

8.6 ANALISIS ESTADISTICO

Se realizó el concentrado de la información de la muestra en una hoja de Excel. Para el análisis de los datos se uso el paquete estadístico SPSS 17.0 Se empleo estadística descriptiva, calculando la frecuencia máxima esperada en cada una de ellas.

Para el análisis comparativo de las variables nominales se empleo X² y estimacion de riesgo con RM (IC95%) y para las variables cuantitativas U de Mann Whitney.

Además, se aplicó Rho de Spearman para determinar la correlación entre aumento de PEEP y velocidad media arterial inicial.

9.- CONSIDERACIONES ETICAS

El presente trabajo se ajustó a las normas éticas internacionales, a la Ley General de Salud en materia de investigación en seres humanos (2002) en su artículo 100 y fracción II, III, IV, V, VI sobre exposición innecesaria al sujeto de investigación así como para el consentimiento informado, realizado por profesionales de la salud y asumir las consecuencias de los efectos secundarios del tratamiento a utilizar; y en la Declaración de Helsinki de 1975, enmendada en el congreso de Tokio, Japón en 1989, en su sección B artículo 26 sobre los lineamientos de consentimiento informado y en su sección C artículo 31.sobre la investigación médica combinada con la atención médica.

10.- CONSIDERACIONES DE BIOSEGURIDAD

En general se apega a las normas establecidas de manera interna en el hospital Regional Adolfo Lopez Mateos.

El doppler transcraneal es una herramienta muy útil desde el punto de vista clínico e investigativo, que permite evaluar en forma no invasiva la hemodinamia cerebral mediante un análisis objetivo, inmediato, sin límite de tiempo y con la frecuencia de repetición que sea necesaria de las velocidades sanguíneas, que a su vez reflejan los cambios relativos del flujo cerebral regional. Sin causar daño alguno al paciente.

11.- RESULTADOS

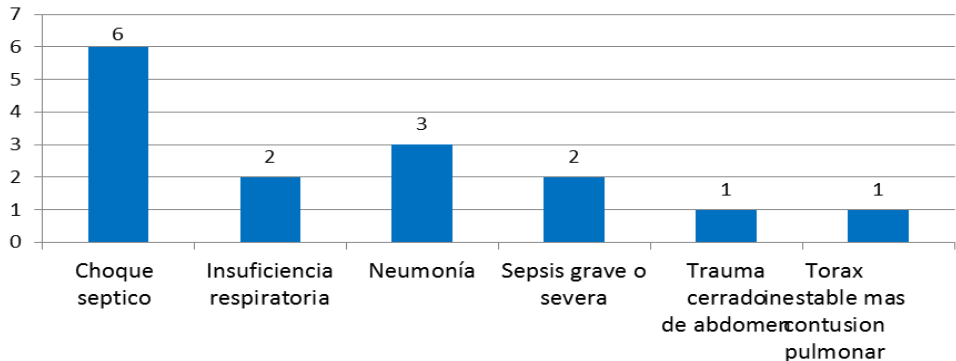
El promedio de edad de la población estudiada fue de 42.87 ± 10.24 años. 9 de los pacientes eran de sexo femenino (60%) y la mayoría requirió aumento de PEEP (Tabla 3).

Tabla 1. Comparación por sexo

Sexo	Con Aumento de PEEP	Sin aumento de PEEP
Masculino	3	3
Femenino	5	4

El diagnóstico principal fue choque séptico (6 casos), seguido de neumonía (3 casos) y el resto fue como se muestra en la gráfica 1.

Gráfica 1. Distribución del diagnóstico



El promedio global de PEEP inicial con el que ingresaron todos los pacientes fue de 8.0 ± 1.3 . En la mayoría de los casos, 8 (53%) se requirió aumento para obtener una adecuada oxigenación (gráfica 2).

Gráfica 2. Frecuencia de aumento de PEEP



El aumento más frecuente fue de 2 y 4 (3 casos respectivamente), el resto tuvo 3 y 6 (1 caso respectivamente).

El promedio de PEEP inicial fue mayor en los pacientes que requirieron aumento que en los que no y, con respecto a la velocidad media de arteria cerebral inicial se encontró que también fue menor en el grupo con aumento de PEEP (tabla 2) donde se observó que con un PEEP inicial de 8, en 5 de 8 casos se requirió aumento y en un PEEP inicial de 9 y 10 fue igual en ambos (gráfica 3).

Tabla 4. Comparación del promedio de PEPP y velocidad media de arterial cerebral inicial

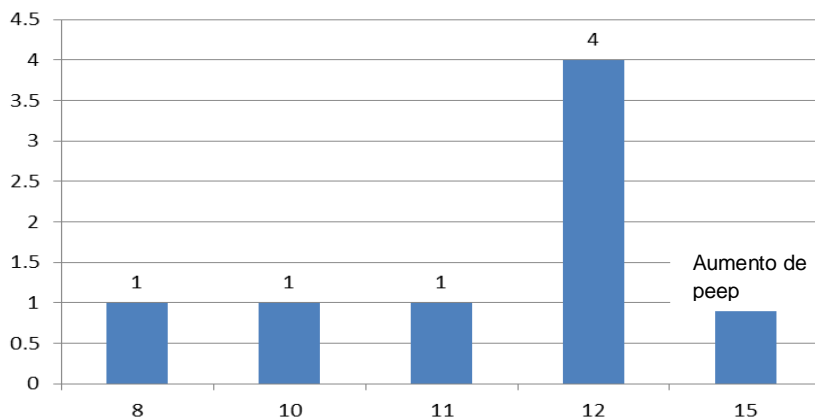
	Sin aumento de PEEP	Con aumento de PEEP
PEEP Inicial	7.86±1.5	8.13±1.1
Velocidad media de arterial cerebral inicial	58.9±2.4	56±3.4

Gráfica 3. Comparación de la frecuencia de PEEP inicial.

De los pacientes con aumento, el promedio de PEEP requerido fue de 11.5±2.0.

La distribución de los valores requeridos se muestra en la gráfica 2.

Gráfica 2. Distribución del aumento de PEEP



Y el promedio de la velocidad media de arterial cerebral con aumento de PEEP fue de 56±3.4

A pesar del limitado tamaño de muestra se decidió realizar un análisis exploratorio con χ^2 para comparar el sexo con el aumento de PEEP y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p=0.833$) y con U de Mann-Whitney para comparar el aumento de PEEP con la velocidad media de arteria cerebral inicial y tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p=0.129$).

Además, se aplicó Rho de Spearman para determinar la correlación entre aumento de PEEP y velocidad media de arteria cerebral, sin encontrar diferencias significativas ($p=0.163$).

12.- DISCUSION

Debido a las interacciones homeostáticas de los pulmones y otros órganos, la ventilación mecánica puede afectar a casi cualquier sistema corporal.

Los efectos de la ventilación mecánica sobre el sistema nervioso central se traducen principalmente en alteraciones de la perfusión cerebral y elevación de la presión intracraneal. Lógicamente, los pacientes con hipertensión intracraneal tienen mayor riesgo de reducción de la presión de perfusión cerebral.

Debido a que la ventilación con presión positiva puede reducir el gasto cardiaco y la presión arterial media, también puede descender la presión de perfusión cerebral. (37-38).

En el presente estudio se encuentra una disminución de la velocidad media de la arteria cerebral, en los pacientes que requirieron aumento de niveles de PEEP programado en la ventilación mecánica que concuerda con los resultados obtenidos por Werner y colaboradores en Ámsterdam en el año 2000, determinando que la Velocidad sistólica y velocidad media se redujeron significativamente con cada incremento de PEEP.

Los altos niveles de presión espiratoria final positiva (PEEP), como parte del tratamiento en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo, puede prevenir el colapso alveolar y mantener la oxigenación. El valor de PEEP reduce potencialmente el retorno venoso cerebral, aumenta el volumen sanguíneo

intracraneal, y puede, por lo tanto, afectar el flujo sanguíneo cerebral y la autorregulación cerebrovascular (18)

Se estudiaron a pacientes sin patología neurológica y los resultados obtenidos en la medición de velocidad de arteria cerebral media concuerdan con los reportados por Chen Zhi y colaboradores quienes encontraron que algunos pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo moderadas o graves sin enfermedad del sistema nervioso central tienen deterioro preexistente de la autorregulación cerebral.

La presión positiva al final de la espiración puede aumentar la presión Intracraneana a través de la disminución del retorno venoso sistémico y cerebral. En pacientes neurocriticos se valorará el riesgo/beneficio, pues si no conseguimos una presión arterial de oxígeno óptima con ascenso de la Fracción inspirada de oxígeno, recurriremos al aumento de PEEP. (38-39)

13.- CONCLUSIONES

Con todo lo anterior podemos concluir que al realizar la medición de velocidad media de arteria cerebral, con doppler transcraneal, con el aumento del valor de PEEP programado en la ventilación mecánica en modalidad controlado por presión, en el hospital Adolfo Lopez Mateos, disminuye la velocidad media de arteria cerebral, modificando la autorregulación cerebral.

La evolución clínica de los pacientes con los diferentes diagnósticos al ingreso a la unidad de terapia intensiva, necesitan aumento del valor de PEEP programado en la ventilación mecánica, para lograr una oxigenación adecuada.

A pesar de encontrar una disminución de la velocidad media de la arteria cerebral, no se lograron demostrar diferencias estadísticamente significativas al compararse el aumento de PEEP con la velocidad media de arteria cerebral, tampoco se logró demostrar una correlación entre el aumento de PEEP y la velocidad media de arteria cerebral con una diferencia significativa.

Por lo tanto podemos decir que el comportamiento de la velocidad media de la arteria cerebral, al aumentar el valor de PEEP en la ventilación mecánica, en modalidad controlado por presión, en la unidad de terapia intensiva del hospital regional no 1 Adolfo Lopez Mateos no es diferente a lo descrito hasta el momento en la bibliografía.

14.- BIBLIOGRAFÍA

1. Fernando Gutiérrez Muñoz. Ventilación mecánica. Acta Med Per 28(2) 2011
2. West, J. Fisiología Respiratoria, 7a Edición. Editorial Panamericana, 2007. Buenos Aires, Argentina.
3. Hernández Triolet A. Modos de ventilación mecánica. Revista Cubana de Medicina Intensiva y Emergencias 2002; 1:82-94.
4. Alcibey Alvarado González Ventilación Mecánica, Revista Médica de Costa Rica y Centroamerica LXV (584) 181-209; 2008
5. Vinko tomisic F. Max Andresen. Ventilación mecánica en el paciente con lesión cerebral aguda. Rev Med Chile 2011; 139: 382-390
6. Michard F. Changes in arterial pressure during mechanical ventilation. Anesthesiology. 2005;103:419–28.
7. M. Vargas, Y. Sutherasan, C. Gregoretti, and P. Pelosi. PEEP Role in ICU and Operating Room: From Pathophysiology to Clinical Practice. The Scientific World Journal Volume 2014.
8. Lumb AB, editor. Nunn's Applied respiratory physiology. 6th ed. Philadelphia: Elsevier; 2005.
9. Pilbeam SP, Cairo JM, editores. Mechanical ventilation. Physiological and clinical applications. 4th ed. St. Louis: Mosby; 2006.
10. T. G. V. Cherpanath, W. K. Lagrand, M. J. Schultz, A. B. J. Groeneveld. Cardiopulmonary interactions during mechanical ventilation in critically ill patients. Neth Heart J (2013) 21:166–172.
11. Pinsky MR. Hemodynamic effects of artificial ventilation. In: Shoemaker WC, Ayres SM, Grenvik A, et al, editors. Textbook of critical care. Philadelphia: Saunders; 1995. p. 911–22.

12. Luciana Mascia, Salvatore Grasso, Tommaso Fiore, Francesco Bruno, Maurizio Berardino, Alessandro Ducati Cerebro-pulmonary interactions during the application of low levels of positive end-expiratory pressure. *Intensive Care Med* (2005) 31:373–379.
13. Meiqing Lou, Fei Xue, Lujia Chen, Yajun Xue, Ke Wang. Is high PEEP ventilation strategy safe for acute respiratory distress syndrome after severe traumatic brain injury? *Brain Injury*, June 2012; 26(6): 887–890.
14. Elke Muench, Christian Bauhuf, Harry Roth, Peter Horn, Marc Phillips, Natali Marquetant. Effects of positive end-expiratory pressure on regional cerebral blood flow, intracranial pressure, and brain tissue oxygenation. *Crit Care Med* 2005 Vol. 33, No. 10.
15. Ken M. Brady, R. Blaine Easley, Kathleen Kibler, David W. Kaczka, Dean Andropoulos, Charles D. Fraser Positive end-expiratory pressure oscillation facilitates brain vascular reactivity monitoring *J Appl Physiol* 113: 1362–1368, 2012.
16. Michael A. Rubin, Rajat Dhar, Michael N. Diringier, Racial differences in withdrawal of mechanical ventilation do not alter mortality in neurologically injured patients. *J Crit Care*. 2014 February.
17. Chang, Wan-Tsu W. et al. Strategies for the Use of Mechanical Ventilation in the Neurologic Intensive Care Unit *Neurosurgery Clinics* , Volume 24 , Issue 3 , 407 - 416
18. D. Georgiadis, MD; S. Schwarz, MD; R.W. Baumgartner, MD; R. Veltkamp, MD; S. Schwab, Influence of Positive End-Expiratory Pressure on Intracranial Pressure and Cerebral Perfusion Pressure in Patients With Acute Stroke. *Stroke* 2001;32:2088-2092.
19. Catherine Ract, Sophie Le Moigno, Nicolas Bruder, Bernard Vigué. Transcranial Doppler ultrasound goal-directed therapy for the early management of severe traumatic brain injury *Intensive Care Med* 2007 33:645–651
20. T. G. V. Cherpanath & W. K. Lagrand & M. J. Schultz Cardiopulmonary interactions during mechanical ventilation in critically ill patients *Neth Heart J* 2013 21:166–172.

21. Raffaele Scala, Peter M. Turkington, Peter Wanklyn, John Bamford, Mark W. Elliott. Acceptance, effectiveness and safety of continuous positive airway pressure in acute stroke: A pilot study. *Respiratory Medicine* 2009 103.
22. Annemarie Dagmar Wijnhoud. The Clinical Value of Transcranial Doppler Ultrasonography in Patients with a Recent TIA or Non-Disabling Ischemic Stroke. Optima Grafische Communicatie, Rotterdam, The Netherlands november 2012.
23. Tsvigoulis G, Alexandrov AV, Sloan MA. Advances in transcranial Doppler ultrasonography. *Curr Neurol Neurosci Rep* 2009; 9:46–54.
24. American Institute of Ultrasound in Medicine Transcranial Doppler Ultrasound Examination for Adults and Children: www.aium.org
25. Marshall SA, Nyquist P, Ziai WC. The role of transcranial Doppler ultrasonography in the diagnosis and management of vasospasm after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Neurosurg Clin N Am* 2010; 21:291–303.
26. Sloan MA, Alexandrov AV, Tegeler CH, et al. Assessment: transcranial Doppler ultrasonography: report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology* 2004; 62:1468–1481.
27. Moppett and R. P. Mahajan Transcranial Doppler ultrasonography in anaesthesia and intensive care. *British Journal of Anaesthesia* 2004; 93 (5): 710–24.
28. Edward Moss. The cerebral circulation *British Journal of Anaesthesia | CEPD Reviews | Volume 1 Number 3* 2001.
29. Peter Le Roux, David K. Menon, Giuseppe Citerio, Paul Vespa, Mary Kay Bader, Gretchen M. Brophy, Michael N. Diringer Consensus summary statement of the International Multidisciplinary Consensus Conference on Multimodality Monitoring in Neurocritical Care *Intensive Care Med* 2014; 40:1189–1209
30. Melanie Christ, Frank Noack, Tobias Schroeder, Andreas Hagmueller, Rainer Koch, Sven-Axel May Continuous cerebral autoregulation monitoring by improved cross-correlation analysis: comparison with the cuff deflation test *Intensive Care Med* 2007; 33:246–254.
31. E A Schmidt, M Czosnyka, I Gooskens, S K Piechnik, B F Matta, P C Whitfield, Preliminary experience of the estimation of cerebral perfusion

- pressure using transcranial Doppler ultrasonography *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2001;70:198–204.
32. Horacio Fontana, Héctor Belziti, Flavio Requejo, Mario Recchia, Sebastián Buratti. La circulación cerebral en condiciones normales y patológicas. *Rev Argent Neuroc* 2007, 21: 33.
 33. Hubertus Lohmann, E. Bernd Ringelstein, Stefan Knecht *Functional Transcranial Doppler Sonography Front Neurol Neurosci*. Basel, Karger, 2006, vol 21, pp 1–10.
 34. M.A. Sloan, MD, MS; A.V. Alexandrov, MD, RVT; C.H. Tegeler, MD; M.P. Spencer, MD; L.R. Caplan, MD; E. Feldmann Report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology* 2004;62:1468–1481.
 35. Laurent Zieleskiewicz, Laurent Muller, Karim Lakhal, Zoe Meresse, Charlotte Arbelot, Pierre-Marie Bertrand. Point-of-care ultrasound in intensive care units: assessment of 1073 procedures in a multicentric, prospective, observational study. *Intensive Care Med* 2015.
 36. Rune Aaslid, PhD; Stephanie R. Lash, MD; Gust H. Bardy, MD; William H. Gild, MD; David W. Newell, MD Dynamic Pressure–Flow Velocity Relationships in the Human Cerebral Circulation. *Stroke* 2003;34:1645-1649.
 37. Alejandro M. Brunser, Claudio Silva, Daniel Carcamo, Paula Muñoz, Arnold Hoppe, Veronica V. Olavarría, Transcranial Doppler in a Hispanic–Mestizo population with neurological diseases: a study of sonographic window and its determinants *Brain and Behavior* 2012; 2(3): 231–236.
 38. Paul Jaffres, Julien Brun, Philippe Decléty, Jean-Luc Bosson, Bertrand Fauvage, Almuth Schleiernacher Transcranial Doppler to detection admission patients at risk for neurological deterioration following mild and moderate brain trauma *Intensive Care Med* 2005; 31:785–790
 39. GustavoA. Ospina-Tascón, RicardoL. Cordioli, Jean-Louis Vincent What type of monitoring has been shown to improve outcomes in acutely ill patients? *Intensive Care Med* 2008; 34:800–820.

15.- ANEXOS

15.1 Hoja de recolección de datos para cada caso

Nombre _____ Afiliación _____

Fecha de ingreso a terapia intensiva _____

Fecha de egreso de terapia intensiva _____

Diagnostico de ingreso a terapia intensiva _____

Diagnostico de egreso de terapia intensiva _____

Edad del paciente _____ Genero _____

Tipo de modalidad ventilación mecánica _____

Valor de PEEP utilizado _____

Valor de PEEP aumentado _____

Pesion media de arteria cerebral: _____

