



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO



**ASOCIACION ENTRE EL ACOPLAMIENTO VENTRICULOARTERIAL Y EL AGUA  
EXTRAVASCULAR PULMONAR INDEXADA EN PACIENTES CRITICAMENTE  
ENFERMOS**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN:  
**MEDICINA CRÍTICA**

**PRESENTA**

DR. KARLOS DHAMIAN GUTIÉRREZ TOLEDO

**DIRECTOR DE TESIS**

DR. JOSE CARLOS GASCA ALDAMA

Esp. Urgencias Médico Quirúrgicas, Esp. Medicina Crítica

**NÚMERO DE PROTOCOLO HJM 011/20-R**

Ciudad de México, Diciembre de 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.

TUTOR DE TESIS

DR. JOSE CARLOS GASCA ALDAMA (1)

TESISTA

DR. KARLOS DHAMIAN GUTIÉRREZ TOLEDO (2)

CO-INVESTIGADOR

DR. JORGE ALBERTO CASTAÑÓN GONZÁLEZ (3)

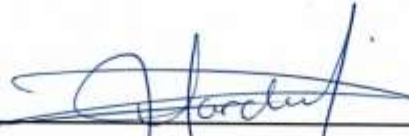
- (1) Especialista en Urgencias Médico Quirúrgicas, especialista en Medicina Crítica, Médico adscrito a la Unidad de Cuidados Intensivos Adultos del Hospital Juárez de México, Secretaría de Salud, Ciudad de México, México. Teléfono 57477560 extensión 7456. Correo electrónico: [pepeska01@hotmail.com](mailto:pepeska01@hotmail.com)
- (2) [Especialista en Medicina de Urgencias, residente de Medicina Crítica en el Hospital Juárez de México](#), Secretaría de Salud, Ciudad de México, México. Teléfono 57477560 extensión 7456. Correo electrónico: [dr\\_kdgt@hotmail.com](mailto:dr_kdgt@hotmail.com)
- (3) Especialista en Medicina Interna, especialista en Medicina del Enfermo en Estado Crítico, Jefe de la Unidad de Cuidados Intensivos Adultos del Hospital Juárez de México, Secretaría de Salud, Ciudad de México, México. Teléfono 57477560 extensión 7456. Correo electrónico: [jorge.castanong@gmail.com](mailto:jorge.castanong@gmail.com)

**"ASOCIACION ENTRE EL ACOPLAMIENTO VENTRICULOARTERIAL Y EL AGUA  
EXTRAVASCULAR PULMONAR INDEXADA EN PACIENTES CRITICAMENTE ENFERMOS"**



---

**Dra. Erika Gómez Zamora**  
Subdirectora de Enseñanza  
Hospital Juárez de México



---

**Dra. Jessica Garduño López**  
Profesor Titular del Curso Universitario de Medicina Crítica  
Hospital Juárez de México



---

**Dr. José Carlos Gasca Aldama**  
Médico Adscrito a la Unidad de Cuidados Intensivos - Tutor de Tesis  
Hospital Juárez de México



---

**Dr. Karlos Dhamian Gutiérrez Toledo**  
Médico Residente de la especialidad de Medicina Crítica - Tesista  
Hospital Juárez de México

## RESUMEN

**Introducción.** Para pacientes complejos en la unidad de cuidados intensivos, muchas preguntas sobre su manejo hemodinámico no pueden responderse con un simple examen clínico y requieren de monitoreo hemodinámico mínimamente invasivo para su mejor determinación clínica. La termodilución transpulmonar es una técnica que proporciona una evaluación hemodinámica completa, teniendo en cuenta valores como el agua pulmonar extrapulmonar y parámetros para realizar el cálculo del acoplamiento ventriculoarterial.

**Objetivo.** Demostrar la asociación que existe entre el acoplamiento ventricular y el agua pulmonar extravascular.

**Material y métodos.** Se revisaron expedientes de pacientes en la UCI del Hospital Juárez de México durante julio-diciembre 2018, que cumplan criterios de inclusión la información se recolectó en una base de datos. Se obtuvieron variables demográficas y hemodinámicas. Para las características generales de la población de estudio se realizó en programa SPSS. La distribución de datos definimos U de Mann whitney para pruebas no paramétricas, determinando las diferencias estadísticas entre variables. La significancia estadística se estableció como una  $p < 0.05$ .

**Resultados.** Se encontró una correlación de variable Día 2 EA con Día 2 AVA tiene una correlación fuerte con una  $R^2=0.96$ . De acuerdo a la correlación de Pearson. Se encontró una fuerte asociación con una  $R^2= 0.92$  entre días de estancia con días de ventilación mecánica. De acuerdo a una  $n=16$  pacientes, el 50% no alcanzó la media de supervivencia.

### **Discusión.**

El análisis hemodinámico con TDTP incluye tanto el ELWI como la determinación del acoplamiento ventriculo-arterial, está por definirse si optimizar estas variables repercute en mortalidad, en esta pequeña muestra no existe asociación entre ambas y los pacientes desacoplados tienen mayor mortalidad.

### **Conclusión.**

No se observó correlación significativa entre agua pulmonar extravascular y acoplamiento ventriculoarterial. Es necesario realizar más estudios que incluyan una mayor cantidad de pacientes para determinar una asociación.

## **INDICE**

<b>ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>1</b>
<b>JUSTIFICACIÓN. ....</b>	<b>7</b>
<b>PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>9</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>10</b>
<b>TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN. ....</b>	<b>13</b>
<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO. ....</b>	<b>14</b>
<b>RECURSOS. ....</b>	<b>15</b>
<b>ASPECTOS ÉTICOS.....</b>	<b>16</b>
<b>ASPECTOS DE BIOSEGURIDAD.....</b>	<b>17</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>18</b>
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>21</b>
<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>22</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>23</b>
<b>ANEXOS. ....</b>	<b>27</b>

## ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

### TERMODILUCIÓN TRANSPULMONAR

Para pacientes complejos en la unidad de cuidados intensivos o en el quirófano, muchas preguntas sobre su manejo hemodinámico no pueden responderse con un simple examen clínico. En particular, la presión arterial solo permite una estimación aproximada del gasto cardíaco. La termodilución transpulmonar es una técnica que proporciona una evaluación hemodinámica completa a través del gasto cardíaco y otros índices<sup>1</sup>.

Un grupo de trabajo de la Sociedad Europea de Medicina Intensiva recomendó recientemente el uso de monitorización hemodinámica avanzada en situaciones complejas y de choque severo y afirmó que el catéter de arteria pulmonar y los dispositivos de termodilución transpulmonar (TPTD) son adecuados para este propósito<sup>2</sup>.

La técnica TPTD surgió a principios de la década de 2000. PiCCO (Pulsion Medical Systems, Munich, Alemania) y el volumen View (Edwards Lifesciences, Irvine, Estados Unidos de América) dispositivos miden el gasto cardíaco sino que también proporcionan varias otras piezas valiosas de información hemodinámica.

#### Gasto cardíaco.

De todos los estudios que han investigado la validez de la TPTD<sup>3</sup>, se puede concluir razonablemente que esta medición del gasto cardíaco es precisa en comparación con el catéter de arteria pulmonar y el método de Fick. Además de su precisión, también es importante la capacidad de los dispositivos TPTD para rastrear de manera confiable los cambios en el gasto cardíaco. Se recomienda promediar el resultado de tres inyecciones en bolo<sup>4</sup>. En tal caso, el cambio más pequeño en el gasto cardíaco que puede ser detectado con precisión por TPTD es del 12% (este es el “cambio menos significativo” de la técnica)<sup>5</sup>. Es comparable con el catéter de arteria pulmonar.

La confiabilidad de la medición requiere una diferencia significativa en la temperatura sanguínea inducida por TPTD. De acuerdo con las recomendaciones del fabricante, se deben inyectar 15 mL de solución salina <8 ° C. La hipotermia terapéutica no afecta la precisión de la

medición del gasto cardíaco por TPTD<sup>6</sup>. Parece que los bolos a temperatura ambiente crean una diferencia suficiente<sup>7</sup>, aunque esto puede resultar en una sobreestimación leve pero significativa del gasto cardíaco<sup>8</sup>. Muy importante, se debe tener mucha precaución al realizar la termodilución (volumen de inyección, ausencia de fugas en el circuito, regularidad de la velocidad de inyección, temperatura del bolo), ya que cualquier error en la curva de termodilución puede afectar la estimación del gasto cardíaco, pero también de todas las variables que se infieren del análisis de curvas.

Un inconveniente de la TPTD es que la recirculación del indicador frío es mayor que con la termodilución pulmonar<sup>3</sup>. Además, si el gasto cardíaco es muy bajo, por lo general por debajo de 2 L/min, los dispositivos TPTD no proporcionan ninguna medida debido a la incertidumbre sobre la confiabilidad de la técnica. La pérdida de temperatura del inyectado es mayor que con la termodilución convencional. En este sentido, los altos volúmenes de agua pulmonar pueden, en teoría, amplificar la pérdida de temperatura del inyectado a través de la circulación pulmonar, aunque este fenómeno probablemente sea insignificante<sup>9</sup>. Finalmente, el principal inconveniente de la TPTD para medir el gasto cardíaco es que solo realiza mediciones intermitentes. No puede detectar cambios a corto plazo, inducidos por la ventilación mecánica, la elevación pasiva de la pierna<sup>10</sup> o las pruebas de oclusión al final de la espiración<sup>11</sup>, por ejemplo.

Además de TPTD, los dispositivos PiCCO y VolumeView estiman el gasto cardíaco mediante el análisis de la curva arterial ("contorno de pulso") muestreada a través del catéter arterial. Esto permite la monitorización en tiempo real del gasto cardíaco.

El análisis del contorno del pulso se basa en la relación entre el volumen sistólico y la amplitud y forma de la curva de presión aórtica<sup>11</sup>. Los dispositivos analizan la geometría de la forma de onda de presión registrada en una arteria periférica, estiman la curva arterial a nivel aórtico y estiman el volumen sistólico a partir de las propiedades geométricas de la forma de onda de presión a través de algoritmos patentados.

La medida del gasto cardíaco mediante el análisis del contorno del pulso es muy precisa, más que con TPTD, pero puede variar con el tiempo, especialmente cuando cambia la resistencia



arterial<sup>13,14,15</sup>. Luego, los dispositivos PiCCO y Volume View calibran el análisis de contorno de pulso por el valor obtenido por TPTD cada vez que se realiza TPTD. En comparación con los dispositivos de análisis del contorno del pulso no calibrados, los calibrados tienen una mayor precisión, especialmente cuando el tono arterial cambia de manera significativa, por ejemplo, bajo vasopresores<sup>14,16</sup>. Debe fomentarse la calibración del análisis de contorno de pulso después de un período de 1 h libre de calibración<sup>17</sup>. Esto no significa que la calibración deba realizarse cada hora en pacientes con un dispositivo TPTD, sino que, cuando el gasto cardíaco es obligatorio para interpretar la condición hemodinámica, la calibración del análisis del contorno de pulso debe realizarse si ha transcurrido 1 h o más desde la última calibración.

### *Volumen telediastólico global*

El volumen telediastólico global (GEDV), indexado para la superficie corporal, es el volumen de las cuatro cámaras cardíacas al final de la diástole. Con el dispositivo PiCCO, su estimación se basa en el análisis tanto de la curva de termodilución como de su transformación logarítmica. VolumeView funciona de manera diferente, ya que evalúa el GEDV analizando las pendientes de las partes ascendente y descendente de la curva de termodilución. No obstante, se ha demostrado que ambas técnicas son intercambiables<sup>18</sup>.

GEDV incluye el volumen de las cuatro cavidades cardíacas de modo que sobreestima la precarga del ventrículo izquierdo en caso de dilatación del ventrículo derecho. Como cualquier otro indicador estático de precarga cardíaca, GEDV no puede detectar la respuesta de precarga. Se ha sospechado que existe un acoplamiento matemático entre el GEDV y el gasto cardíaco, ya que ambas variables se derivan de la misma curva de termodilución, pero esto no se ha confirmado recientemente<sup>19</sup>.

### **AGUA PULMONAR EXTRAVASCULAR**

El agua pulmonar extravascular (EVLW) es la cantidad de agua contenida en los pulmones fuera de la vasculatura pulmonar. Corresponde a la suma del líquido intersticial, intracelular, alveolar y linfático, sin incluir los derrames pleurales<sup>20</sup>. Un aumento en EVLW es el sello fisiopatológico del edema pulmonar hidrostático y el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA)<sup>21</sup>. El EVLW también es alto en muchos pacientes con shock séptico<sup>22</sup> y en estado crítico<sup>23</sup>.

La medición solo pudo medirse ex vivo, sin embargo, con la aparición de la termodilución transpulmonar ha abierto a la medicina crítica un área de investigación para valorar las características del edema pulmonar, estratificación y pronóstico de los pacientes de dicha área y así mejorar el tratamiento dirigido y determinar la administración de líquidos.

Fisiológicamente, existe una fuga normal de líquido y solutos desde los microvasos pulmonares hacia el tejido intersticial pulmonar. El líquido y los solutos no llegan a los alvéolos debido a las uniones estrechas del epitelio alveolar. Esta filtración neta de fluido hacia el exterior de los microvasos al intersticio se rige por la ley de Starling, que incluye principalmente el gradiente de presiones hidrostáticas y oncóticas entre los espacios vasculares e intersticiales y el coeficiente de filtración de la barrera alveolocapilar<sup>24-25</sup>. Para preservar su función de oxigenación, los pulmones deben mantenerse secos<sup>26</sup>. El volumen de EVLW está estrictamente controlado por el sistema de drenaje linfático, que elimina constantemente EVLW del tejido intersticial y lo vierte en la vena cava superior a través del conducto torácico. En el pulmón normal, el valor del EVLW normal indexado al peso corporal (EVLWI), que resulta del equilibrio entre la pérdida de líquido y el drenaje linfático, es  $<7$  ml / kg de peso corporal<sup>27</sup>. En una serie de 534 pulmones normales, Tagami et al. Informaron un valor de EVLWI de  $7,3 \pm 2,8$  ml / kg<sup>28</sup>, lo que sugiere que los valores normales de EVLWI pueden ser  $<10$  ml / kg.

En las primeras etapas, el aumento del EVLW intersticial está regulado por el aumento compensatorio del drenaje linfático. Sin embargo, a una alta tasa de filtración de líquidos, el drenaje linfático se satura y el EVLW intersticial ingresa a los alvéolos<sup>29</sup>. En el edema pulmonar hidrostático, otro mecanismo también contribuye a la protección del pulmón contra la sobrecarga de líquido: el exceso de líquido se elimina de los alvéolos al tejido intersticial a través de la barrera epitelial alveolar mediante el transporte de iones activos<sup>30-31</sup>. En el SDRA, este aclaramiento del líquido alveolar se altera y la red linfática se lesiona, todo lo cual contribuye a la acumulación de EVLW.

El monitoreo de EVLW y PVPI podría ser útil en otros entornos clínicos, como en pacientes quemados para evaluar el riesgo de sobre administración de líquidos<sup>32-33</sup>, en el trasplante pulmonar para detectar disfunción temprana del injerto<sup>34</sup> y después de una endarterectomía pulmonar para detectar edema pulmonar<sup>35</sup>.

En el estudio realizado por Sammir G. el EVLW máximo fue significativamente mayor en los no supervivientes que en los superviviente con una mediana, 14,3 ml / kg frente a 10. 2 mL / kg, respectivamente. ( $p < 0,001$ )<sup>36</sup>.

## **ACOPLAMIENTO VENTRICULO-ARTERIAL**

El concepto de acoplamiento ventrículo-arterial (AVA) ha existido durante más de 30 años, pero recientemente ha ganado popularidad en el entorno de cuidados intensivos. Este concepto surge de la noción lógica de que el corazón y el sistema arterial están intrínsecamente relacionados, ya que son estructuras anatómica y funcionalmente vinculadas<sup>37</sup>. El acoplamiento se refiere, por lo tanto, a la acción de bombeo del corazón cuando está conectado a la carga opuesta por el sistema arterial.

La evaluación de la interacción de la contractilidad cardíaca con el sistema arterial proporcionaría una comprensión más completa de la función cardiovascular y la energética cardíaca, no solo en la enfermedad sino también en estados fisiológicos normales.

Una contractilidad o un tono arterial demasiado alto o demasiado bajo desacopla estos procesos y puede provocar insuficiencia cardíaca independientemente de la isquemia miocárdica o los efectos tóxicos de la sepsis y los procesos de enfermedad sistémica relacionados.<sup>38</sup>

### *Elastancia ventricular izquierda (Ees)*

Cuando el ventrículo izquierdo expulsa, la presión arterial aumenta y el volumen sistólico del VI se transfiere a la aorta. A medida que el volumen del VI disminuye hasta su mínimo telesistólico, el volumen telesistólico real (ESV) es una función no solo de la contractilidad cardíaca intrínseca, sino también de la presión arterial.<sup>39</sup>

Ees (mm Hg / ml) es un índice útil, debe considerarse como una medida integrada del rendimiento sistólico del VI derivada de la compleja asociación entre la eficacia inotrópica y las características funcionales, estructurales y geométricas del ventrículo izquierdo.<sup>40</sup>

### Elastancia arterial (Ea)

Ea (mmHg/ml) es la expresión de la poscarga total impuesta sobre el ventrículo izquierdo y representa la asociación compleja de diferentes propiedades arteriales, incluida la rigidez de la pared, la distensibilidad y la resistencia al flujo de salida. Por tanto, la distensibilidad arterial total, la impedancia y el intervalo de tiempo sistólico y diastólico son componentes importantes de la carga arterial.<sup>41</sup>

### Calculo del acoplamiento ventriculoarterial por termodilución.

La evaluación del acoplamiento ventriculoarterial en la curva presión-volumen se calculó como  $E_{es} = ESP / (ESV - V_0)$ ,  $E_a = ESP / SV$ .  $E_{es}$  representa la elastancia telesistólica del ventrículo izquierdo, SV representa el volumen sistólico, ESP representa la presión telesistólica del ventrículo, ESV representa el volumen telesistólico del ventrículo y  $V_0$  representa el punto de cruce de la curva de presión-volumen telesistólica ventricular y el eje horizontal. Se supone que  $V_0$  es insignificante de acuerdo con la estrategia más común para evaluar AVA.<sup>42</sup> La fórmula para la evaluación por termodilución es:  $E_{es} = ESP (PAS \times 0.9) / VTDVI (GEDV/4 - SV)$ ,  $E_a = ESP (PAS \times 0.9) / SV$ . Finalmente, el producto adimensional de fórmula:  $E_a/E_{es}$  definido acoplamiento arterial ventricular (AVA).

## **JUSTIFICACIÓN.**

El acoplamiento arterial ventricular (AVA) es uno de los determinantes fundamentales de rendimiento cardíaco y la eficiencia mecánica del ventrículo izquierdo, comprender su fisiopatología realizar un monitoreo lo mas preciso posible nos puede ayudar en la toma de decisiones de pacientes críticamente enfermos y mejorar los resultados en beneficio de los mismos.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Existe asociación entre el acoplamiento ventriculoarterial y el agua pulmonar extravascular indexada en enfermos adultos críticamente enfermos ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos?

## **OBJETIVOS**

### **General:**

DEMOSTRAR SI EXISTE ASOCIACION ENTRE EL ACOPLAMIENTO VENTRICULAR Y EL AGUA PULMONAR EXTRAVASCULAR INDEXADA EN PACIENTES CRITICAMENTE ENFERMOS DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL JUÁREZ DE MEXICO.

### **Específicos:**

- Evaluar la asociación entre el valor de agua pulmonar extravascular (ELWI) y el acoplamiento ventrículo-arterial
- Identificar la correlación entre la elastancia ventricular y las presiones de llenado del ventrículo izquierdo.
- Identificar correlación entre grado de desacoplamiento ventriculoarterial y mortalidad.

## **METODOLOGÍA**

### **1. Diseño de investigación:**

Estudio observacional, retrospectivo y descriptivo.

### **2. Definición de población:**

**Lugar:** Unidad de Cuidados Intensivos (Unidad médico-quirúrgica de 9 camas), Hospital Juárez de México.

**Tiempo:** Base de datos de julio 2018 a diciembre 2018.

**Población y muestra:** Muestra por conveniencia. Hombres y mujeres mayores de 18 años, ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Juárez de México. Que fueron monitorizados con termodilución transpulmonar

#### **Criterios de inclusión:**

- Pacientes mayores de 18 años con criterios de choque.
- Estancia en UCI mínima de 48 horas.

#### **Criterios de exclusión:**

- Pacientes con antecedentes oncológicos.
- Pacientes con otro tipo de monitoreo hemodinámico
- Pacientes con enfermedades hematológicas.
- Tratamiento previo con inmunosupresores e inmunomoduladores.
- Pacientes con trasplante.
- Pacientes con diagnóstico previo de HIV.

#### **Criterios de eliminación:**

- Expediente incompleto o sin registro de los datos de la termodilución.



### 3. Definición de variables:

- **Variable:** Cuantitativa
- **Escala de medición:** Continua
- **Variable dependiente:** Agua pulmonar Extravascular.
- **Variable independiente:** Acoplamiento Ventrículo-arterial

Variable	Descripción	Unidades	Tipo
Edad	Años cumplidos al día de la admisión a UCI	Años	Cuantitativa, discreta
Sexo	Masculino/femenino	NA	Cualitativa, nominal
Acoplamiento Va	Grado de acoplamiento entre ventrículo izquierdo y sistema arterial	1 +/- 0.36	Cuantitativa, continua.
Elastancia Ventricular	Relación presión/volumen del sistema ventricular izquierdo	2.3 +/- 1 mmHg/mL	Cuantitativa, continua
Elastancia arterial	Relación presión/volumen del sistema arterial	2.2 +/- 0.8 mmHg/mL	Cuantitativa, continua
Agua Pulmonar Extravascular	Volumen de agua en los pulmones excluyendo el sistema vascular	<7 ml/kg	Cuantitativa, continua
Índice de permeabilidad capilar	Grado de permeabilidad en los capilares pulmonares	< 3	Cuantitativa,
SOFA	Escala de severidad	0-6= <10% mortalidad 7-9= 15-20% 10-12= 40-50% 13-14= 50-60% 15= >80% 16-24= >90%	Cuantitativa, discreta

APACHE II	Escala de mortalidad	0-4= 4% mortalidad 5-9= 8% 10-14= 15% 15-19=24% 20-24= 40% 25-29= 55% 30-34= 73% >34= 85%	Cuantitativa, discreta
SAPS II	Escala de mortalidad	Hasta 21=0 %mortalidad 22-44= 10% 45-52= 20% 53-57= 30% 58-62= 40% 63-67= 50% 68-72= 60% 73-78= 70% 79-86= 80% 87-96= 90% 91-112= 95% 113-159= 99% 160-229= 100%	Cuantitativa, discreta
SDRA	Síndrome de Distrés Respiratorio Agudo	PaO2/FiO2 Leve 201-300 Moderado 101-200 Severo <100	Cuantitativa, continua

## **TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.**

Se revisaron los expedientes de pacientes ingresados a la UCI del Hospital Juárez de México durante el período julio-diciembre 2018, que cumplan los criterios de inclusión al estudio, cuya información se recolectó en una base de datos. Se obtuvieron variables demográficas y hemodinámicas: edad, sexo, diagnóstico de ingreso, APACHE II, SOFA, SAPS II, elastansa ventricular, elastansa arterial, acoplamiento ventrículo-arterial. Agua pulmonar extravascular e índice de permeabilidad capilar, duración de estancia y mortalidad.

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO.**

Para las características generales de la población de estudio se realizó en programa SPSS, datos descriptivos, prueba de normalidad Kolmogorov Smirnov/ Shapiro Wilk siendo esta última por tratarse de una muestra  $<30$  ó 50 observaciones. Para las variables cuantitativas se obtuvo como medida de asociación, mediana y rango Inter cuartil, para variables cuantitativas de distribución normal, media y desviación estándar. Siendo de libre distribución (IPVP, TAS, EA, IC, AVA, EADYN). Las variables cualitativas se obtuvo la medida de tendencia central, mediana y percentiles. (LAS DEMAS). Para variables cualitativas ordinales, o dicotómicas se obtuvo, frecuencia, desviación estándar (si su distribución se acerca a lo normal) o proporciones. (siendo género), variables cualitativas dicotómicas (mortalidad, TRRC, diagnóstico específico). De acuerdo, con la distribución de datos definimos U de Mann whitney para pruebas no paramétricas, determinando las diferencias estadísticas entre variables. La significancia estadística se estableció como una  $p < 0.05$ . (tabla 1 y 1.5)

## **RECURSOS.**

Se contó con el equipo y material necesario en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Juárez de México, sin necesidad de inversión, ya que se utiliza la base de datos de julio a diciembre de 2018 de la Unidad de Cuidados Intensivos.

## **ASPECTOS ÉTICOS.**

Todos los procedimientos que se llevaron a cabo apegados a las normas y reglamentos institucionales, a los de la de Ley General de Salud y Ley de Transparencia. El Hospital Juárez de México es responsable del tratamiento y protección de los datos personales que proporcionen para su atención medica en este nosocomio, mismos que son tratados estadísticamente en materia de salud, sin que se vulnere su identidad mediante el proceso de disociación, para proteger la identificación de los mismos, de conformidad con la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados.

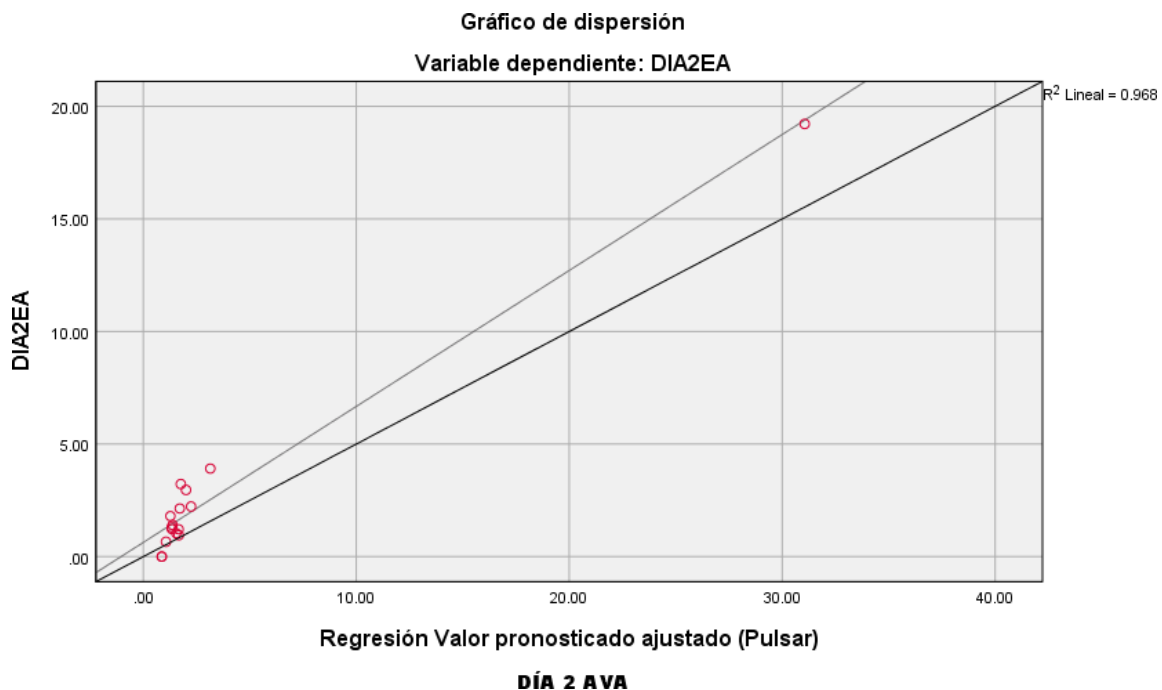
## **ASPECTOS DE BIOSEGURIDAD.**

En todos los pacientes ingresados al estudio se brindó manejo integral acorde a la patología, siempre apegado a guías y normas internacionales de medicina crítica.

## RESULTADOS.

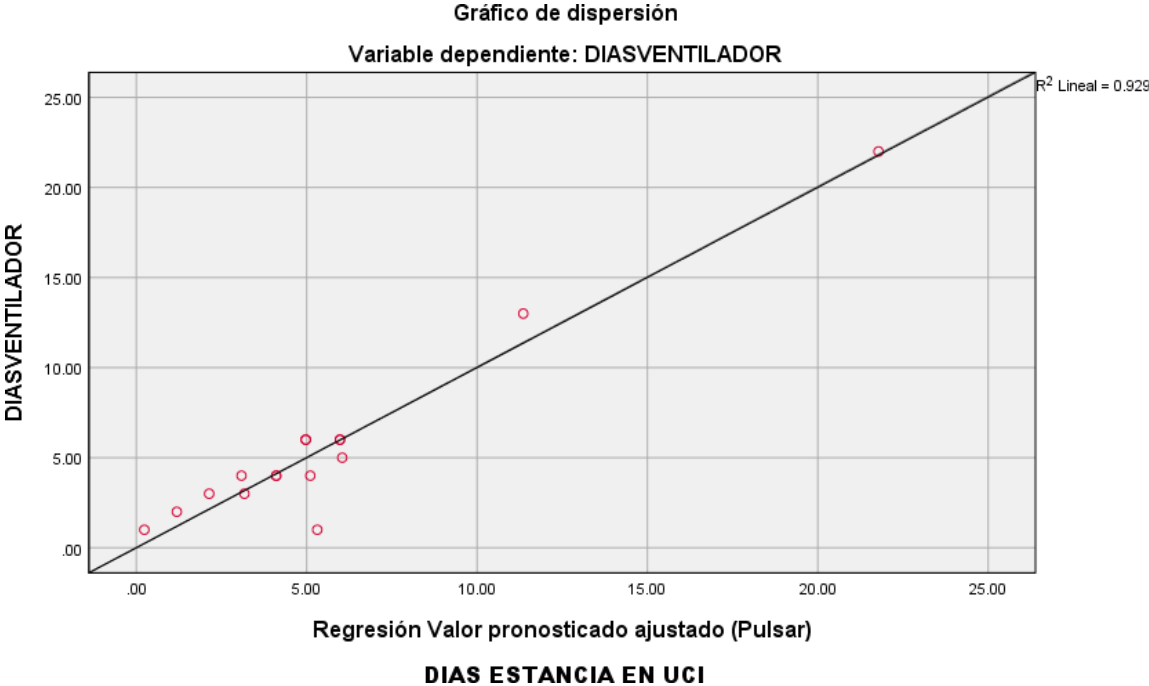
En el Gráfico 1. Se encontró una correlación de variable Día 2 EA con Día 2 AVA tiene una correlación fuerte con una  $R^2=0.96$  es decir 96% de asociación. De acuerdo a la correlación de Karl Pearson. La limitante es la muestra, sin embargo, se encontró una buena asociación. En el Gráfico 2 Se encontró una fuerte asociación con una  $R^2= 0.92$  es decir 92% de asociación entre días de estancia con días de ventilación mecánica. Gráfico 3. De acuerdo a una  $n=16$  pacientes, 8 de ellos que corresponde al (50%) presentaron el desenlace, es decir no alcanzó la media de supervivencia, de Kaplan Meier, para este estudio. Por género represento la mortalidad 4 hombres y 4 mujeres fallecieron, así como 3 mujeres y 5 hombres sobrevivieron. No se encontró correlación entre AVA y ELWI.

**GRÁFICO 1. CORRELACIÓN DE DÍA2 EA CON DÍA 2 AVA CON UNA  $R^2= 96\%$**

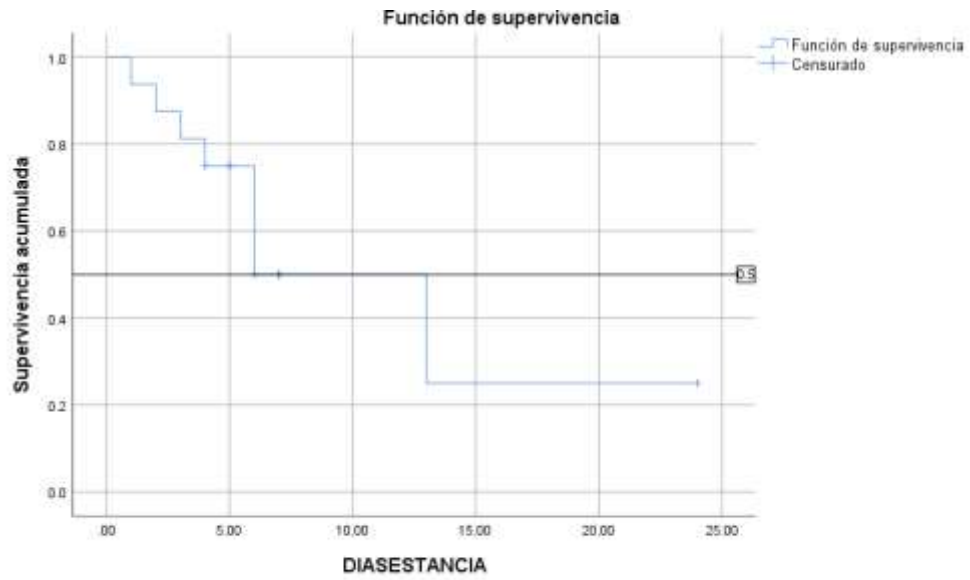




**GRÁFICO 2. DIAS VENTILACIÓN CON DIAS DE ESTANCIA EN UCI R<sup>2</sup>= 92%**



**GRÁFICO 3. MORTALIDAD DE ACUERDO A DÍAS DE ESTANCIA EN UCI**



## DISCUSIÓN.

Los conceptos de ELWI y AVA son relativamente nuevos en las áreas críticas. Son dos términos por separado que se han utilizado en la actualidad que juegan un papel importante para la monitorización hemodinámica del paciente crítico. El uso del dispositivo de termodilución transpulmonar es un método mínimamente invasivo que nos otorga estas dos mediciones en un momento determinado sin ser continuo. Existen estudios en relación al agua pulmonar extravascular en el cual se hace referencia a su impacto en la mortalidad. Según Jozwiak M. determinaron que un valor máximo de índice de agua pulmonar extravascular > 21 ml / kg predijo la mortalidad en el día 28 con una sensibilidad de 54% y una especificidad del 73% (IC 95%). La tasa de mortalidad fue del 70% en pacientes con un valor máximo de índice de agua pulmonar extravascular > 21 ml / kg y del 43% en el resto de pacientes (p = 0,0003). En otro estudio Sakka concluye que un valor el EVLWI máximo fue significativamente mayor en los no sobrevivientes que en los sobrevivientes, 14,3 ml/kg vs 10,2 ml / kg, respectivamente (p <0,001). No existen estudios en correlación a AVA y mortalidad, así mismo como estudios de correlación entre AVA y ELWI determinados con el método de termodilución para predecir si una alteración principal en AVA produce una disfunción secundaria en ELWI o viceversa. Por ello en este estudio se realizó mediciones de ambas variables para determinar una correlación existente. Sin embargo, no se encontró correlación. Se observó que en el día dos de estancia intrahospitalaria se encontró una asociación positiva entre Elastancia arterial y acoplamiento ventriculoarterial así como los días de estancia intrahospitalaria y la ventilación mecánica en ambos grupos de sobrevivientes y no sobrevivientes. Nuestra limitante fue el número de muestra para determinar mayor correlación.

## **CONCLUSIÓN.**

No se observó correlación significativa entre agua pulmonar extravascular y acoplamiento ventriculoarterial. Pero al existir un aumento de la Elastancia arterial y el acoplamiento ventriculoarterial se correlaciona con mayor mortalidad. Así mismo se concluye que son variables totalmente dependientes, pero existen factores que inciden para que sean modificables. Es necesario realizar más estudios que incluyan una mayor cantidad de pacientes para determinar una asociación.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Xavier Monnet, Jean-Louis Teboul. Transpulmonary thermodilution: advantages and limits. *Critical Care* (2017) 21:147.
2. Cecconi M, De Backer D, Antonelli M, Beale R, Bakker J, Hofer C, Jaeschke R, Mebazaa A, Pinsky MR, Teboul JL, et al. Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med.* 2014;40(12):1795–815.
3. Sakka SG, Reuter DA, Perel A. The transpulmonary thermodilution technique. *J Clin Monit Comput.* 2012;26(5):347–53.
4. Teboul JL, Saugel B, Cecconi M, De Backer D, Hofer CK, Monnet X, Perel A, Pinsky MR, Reuter DA, Rhodes A, et al. Less invasive hemodynamic monitoring in critically ill patients. *Intensive Care Med.* 2016;42(9):1350–9.
5. Monnet X, Persichini R, Ktari M, Jozwiak M, Richard C, Teboul JL. Precision of the transpulmonary thermodilution measurements. *Crit Care.* 2011;15(4):R204.
6. Tagami T, Kushimoto S, Tosa R, Omura M, Hagiwara J, Hiramasa H, Yokota H. The precision of PiCCO(R) measurements in hypothermic post-cardiac arrest patients. *Anaesthesia.* 2012;67(3):236–43.
7. Faybik P, Hetz H, Baker A, Yankovskaya E, Krenn CG, Steltzer H. Iced versus room temperature injectate for assessment of cardiac output, intrathoracic blood volume, and extravascular lung water by single transpulmonary thermodilution. *J Crit Care.* 2004;19(2):103–7
8. Huber W, Kraski T, Haller B, Mair S, Saugel B, Beitz A, Schmid RM, Malbrain ML. Room-temperature vs iced saline indicator injection for transpulmonary thermodilution. *J Crit Care.* 2014;29(6):1133.e7–1133.e14.
9. Pohl T, Kozieras J, Sakka SG. Influence of extravascular lung water on transpulmonary thermodilution-derived cardiac output measurement. *Intensive Care Med.* 2008;34(3):533–7.
10. Monnet X, Teboul JL. Passive leg raising: five rules, not a drop of fluid! *Crit Care.* 2015;19:18.
11. Monnet X, Osman D, Ridel C, Lamia B, Richard C, Teboul JL. Predicting volume responsiveness by using the end-expiratory occlusion in mechanically ventilated

- intensive care unit patients. *Crit Care Med.* 2009;37(3):951–6.
12. Monnet X, Teboul JL. Minimally invasive monitoring. *Crit Care Clin.* 2015;31(1):25–42.
  13. Biais M, Nouette-Gaulain K, Cottenceau V, Vallet A, Cochard JF, Revel P, Sztark F. Cardiac output measurement in patients undergoing liver transplantation: pulmonary artery catheter versus uncalibrated arterial pressure waveform analysis. *Anesth Analg.* 2008;106(5):1480–6.
  14. Monnet X, Anguel N, Naudin B, Jabot J, Richard C, Teboul JL. Arterial pressure-based cardiac output in septic patients: different accuracy of pulse contour and uncalibrated pressure waveform devices. *Crit Care.* 2010;14(3):R109.
  15. Monnet X, Lahner D. Can the “FloTrac” really track flow in septic patients? *Intensive Care Med.* 2011;37(2):183–5.
  16. Monnet X, Anguel N, Naudin B, Jabot J, Richard C, Teboul JL. Pulse contour-derived cardiac output in septic patients: different performance of calibrated and uncalibrated devices. *Crit Care.* 2010;14(3):R109.
  17. Hamzaoui O, Monnet X, Richard C, Osman D, Chemla D, Teboul JL. Effects of changes in vascular tone on the agreement between pulse contour and transpulmonary thermodilution cardiac output measurements within an up to 6-hour calibration-free period. *Crit Care Med.* 2008;36(2):434–40.
  18. Kiefer N, Hofer CK, Marx G, et al. Clinical validation of a new thermodilution system for the assessment of cardiac output and volumetric parameters. *Crit Care* 2012; 16:R98.
  19. Hilty MP, Franzen DP, Wyss C, et al. Validation of transpulmonary thermodilution variables in hemodynamically stable patients with heart diseases. *Ann Intensive Care* 2017; 7:86.
  20. Perel A, Monnet X. Extravascular lung water. In: Vincent J, Hall J (eds) *Encyclopedia of intensive care medicine.* Springer-Verlag, Berlin Heidelberg; 2011.
  21. Kushimoto S, Taira Y, Kitazawa Y, et al. The clinical usefulness of extravascular lung water and pulmonary vascular permeability index to diagnose and characterize pulmonary edema: a prospective multicenter study on the quantitative differential diagnostic definition for acute lung injury/acute respiratory distress syndrome. *Crit Care.* 2012;16:R232.

22. Martin GS, Eaton S, Mealer M, Moss M. Extravascular lung water in patients with severe sepsis: a prospective cohort study. *Crit Care*. 2005;9:R74–82.
23. Sakka SG, Klein M, Reinhart K, Meier-Hellmann A. Prognostic value of extravascular lung water in critically ill patients. *Chest*. 2002;122:2080–6.
24. Miserocchi G. Mechanisms controlling the volume of pleural fluid and extravascular lung water. *Eur Respir Rev*. 2009;18:244–52.
25. Lira A, Pinsky MR. Choices in fluid type and volume during resuscitation: impact on patient outcomes. *Ann Intensive Care*. 2014;4:38.
26. Miserocchi G. Mechanisms controlling the volume of pleural fluid and extravascular lung water. *Eur Respir Rev*. 2009;18:244–52.
27. Tagami T, Kushimoto S, Yamamoto Y, et al. Validation of extravascular lung water measurement by single transpulmonary thermodilution: human autopsy study. *Crit Care*. 2010;14:R162.
28. Tagami T, Sawabe M, Kushimoto S, et al. Quantitative diagnosis of diffuse alveolar damage using extravascular lung water. *Crit Care Med*. 2013;41:2144–50.
29. Ware LB, Matthay MA. Clinical practice. Acute pulmonary edema. *N Engl J Med*. 2005;353:2788–96.
30. Matthay MA. Clinical measurement of pulmonary edema. *Chest*. 2002;122:1877–9.
31. Matthay MA, Folkesson HG, Clerici C. Lung epithelial fluid transport and the resolution of pulmonary edema. *Physiol Rev*. 2002; 82:569–600.
32. Gong C, Zhang F, Li L, et al. The variation of hemodynamic parameters through PiCCO in the early stage after severe burns. *J Burn Care Res* 2017;38: e966-e972
33. Soussi S, Deniau B, Ferry A, et al. Low cardiac index and stroke volume on admission are associated with poor outcome in critically ill burn patients: a retrospective cohort study. *Ann Intensive Care* 2016; 6:87.
34. Pottecher J, Roche AC, Dégot T, et al. Increased extravascular lung water and plasma biomarkers of acute lung injury precedes oxygenation impairment in primary graft dysfunction after lung transplantation. *Transplantation* 2017;101: 112–121.
35. Stéphan F, Mazeraud A, Laverdure F, et al. Evaluation of reperfusion pulmonary edema by extravascular lung water measurements after pulmonary endarterectomy. *Crit Care Med* 2017; 45: e409-e417.

36. Samir G. Sakka, MD; DEAA; Magdalena Klein et al. Prognostic Value of Extravascular Lung Water in Critically Ill Patients. *Chest*, 122 (2002), pp. 2080-2086
37. Guarracino F, Baldassarri R, Pinsky MR. Ventriculo-arterial decoupling in acutely altered hemodynamic states. *Crit Care*. 2013 Mar 19; 17(2):213.
38. Sunagawa K, Maughan WL, Burkhoff D, Sagawa K. Left ventricular interaction with arterial load studied in isolated canine ventricle. *Am J Physiol*. 1983;245:H773–H780.
39. Blaudszun G, Morel DR. Relevance of the volume-axis intercept,  $V_0$ , compared with the slope of end-systolic pressure-volume relationship in response to large variations in inotropy and afterload in rats. *Exp Physiol*. 2011;96:1179–1195.
40. Kass DA. Age-related changes in ventricular-arterial coupling: pathophysiologic implications. *Heart Fail Rev*. 2002;7:51–62. doi: 10.1023/A:1013749806227.
41. Suwei Li<sup>1</sup>, Xianyao Wan<sup>1</sup>, et al. Left sided ventricular-arterial coupling and volume responsiveness in septic shock patients. *Shock Society* 2019.



## ANEXOS.

**TABLA 1. Características demográficas de la población n=16**

VARIABLE	MEDIA	MEDIANA	Desv. Estánd	RIC	p=
GENERO (M/F) %	9 (56.2%) 7 (43.8%)				.068
EDAD	39.3	36	±14.17	28-50	.200
PESO	81.28	78	±13.19	70-91	.158
TALLA	1.65		±0.085		.200
IMC	29.8	30.5	±4.61	25.9-33.2	.080
DX NEUMONIA	NO NEUMONIA 9 (56.3%) SI NEUMONIA 7 (43.8%)				.804
DÍA 1 ELWI	16.55	12.7	±9.87	8.83-23.2	.154
2 ELWI	12.41	9.75	±8.24	8.0-18.7	.188
3 ELWI	10.6	9.69	±7.48	6.81-15.8	.200
DIA 1 BH	2558	2121	±3311	345-3364	.054
2 BH	2209	1142	±3871	-199-5217	.190
3 BH	1726	315.5	±3992	-550-6082	.200
DIA 1 IPVP	3.52	2.88	±1.59	2.25-4.6	<b>.042</b> *
2 IPVP	2.82	2.61	±1.71	2.0-3.9	.200
3 IPVP	2.54	2.66	±1.69	1.6-3.1	.200
DIA1 TAS	121.8	118.5	±20.8	102-140	.200
2 TAS	100.9	110	±41.8	101-124	<b>.000</b> *
3 TAS	95.8	110	±50.4	96.2-123	<b>.000</b> *

DÍA 1 GEDV	1251	1244	±276	1012-1527	.200
2 GEVD	987.1	986	±526	745-1273	.200
3GEVD	960.6	1083	±541	728-1381	.200
DIA 1 VS	77.1	80	±28.5	48-95.5	.201
2 VS	57.6	52	±41.8	29-83	.200
3 VS	70.7	79.5	±43.3	36-99	.199
DIA 1 GEF	25.6	26	±7.1	20.2-29.5	.200
2 GEF	23.31	27	±12.3	13.2-31.7	.055
3 GEF	23.37	27.5	±13.2	15.5-34.2	.067
DIA 1 EA	1.61	1.32	±.633	1.1-2.1	.127
2 EA	2.70	1.35	±4.5	.969-2.77	<b>.000</b> *
3 EA	1.11	1.11	±.80	.82-1.38	<b>.041</b> *
DIA 1 Ees	.50	.46	±.182	.37-.59	.199
2 Ees	.48	.50	±.261	.32-.63	.201
3 Ees	.44	.45	±.268	.30-.65	.200
DIA 1 AVA	3.55	2.94	±1.96	2.18-4.40	.191
2 AVA	7.31	2.92	±17.27	1.96-4.65	<b>.000</b> *
3 AVA	2.15	1.95	±1.44	1.39-3.2	.199
DIA 1 IC	3.81	4.3	±1.24	2.5-4.8	.063
2 IC	3.20	3.20	±1.75	2.12-4.6	.201
3 IC	3.24	3.75	±1.84	2.22-4.70	<b>.035</b>
DIA 1 VVS	8.43	9.0	±3.46	5-12	.180
2 VVS	7.43	6.0	±4.78	4.25-11.7	.172
3 VVS	7.50	7.0	±5.87	3.25-13	.200
DIA 1 VPP	9.12	10	±3.55	5.25-12	.083
2 VPP	7.12	7.0	±4.03	4.5-9.75	.200
3 VPP	6.12	4.0	±5.66	2.25-11	.061
DIA 1 EADYN	1.16	1.0	±.549	.847-1.19	<b>.001</b>
2 EADYN	.947	.937	±.634	.6167-1.17	<b>.037</b>
3 EADYN	.644	.725	±.391	.458-.964	.200
DIA 1 IRVS	1494	1480	±512	1095-1825	.201
2 IRVS	1553	1632	±802	1095-1990	.200
3 IRVS	1281	1269	±896	856-1672	.199
DÍAS VENTILACION	5.62	4.0	±5.1	3.0-6.0	<b>.000</b>
DÍAS UCI	6.62	6.0	±5.35	4.0-7.0	<b>.000</b>
MORTALIDAD	.50	.50		DN 50% (8) MURIERO N 50% (8) NO MURIERO N	1.0

<b>TRRC</b>	.312			68.8% (11) NO TRRC 31.3% (5) SI TRRC	<b>.022</b>
-------------	------	--	--	---	-------------

**TABLA 1.5 características de la población de acuerdo a la maniobra**

<b>VARIABLE</b>	<b>IC 95%</b>	<b>P=</b>
<b>DIA 1 IPVP</b>	2.67-4.36	<b>.042*</b>
<b>2 TAS</b>	78-123	<b>.000*</b>
<b>3 TAS</b>	68-122	<b>.001*</b>
<b>2 EA</b>	.286-5.12	<b>.000*</b>
<b>3 EA</b>	.688-1.54	<b>.007*</b>
<b>2 AVA</b>	-1.89-16.5	<b>.000*</b>
<b>3 IC</b>	2.2-4.2	<b>.032*</b>
<b>DÍA 1 EADYN</b>	.87-1.45	<b>.001*</b>
<b>2 EADYN</b>	.60-1.28	<b>.037*</b>
<b>DÍAS VENTILACION</b>	2.86-8.38	<b>.000*</b>
<b>DIAS UCI</b>	3.77-9.47	<b>.000*</b>
<b>TRRC</b>		<b>.022*</b>





Nombre					
Expediente		Sexo		Edad	
Fecha ingreso		Fecha egreso		Días de estancia	
Peso		Talla		IMC	

MOTIVO DE INGRESO \_\_\_\_\_

DIAGNÓSTICO DE INGRESO \_\_\_\_\_

PRIORIDAD UCI \_\_\_\_\_

DIAGNÓSTICO DE EGRESO \_\_\_\_\_

DIVISIÓN DE PROCEDENCIA				SERVICIO TRATANTE	Área de procedencia				
Medicina Interna	Cirugía General	Ginecología/ Obstetricia	Medicina Crítica		HOSP	URG	QUIROFANO	UTQ	Otro
EGRESO POR		MEJORIA		MÁXIMO BENEFICIO		DEFUNCIÓN			

CAUSAS DE DEFUNCIÓN:

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

INFECCIONES		
ORIGEN	SITIO	CULTIVO
Comunitarias		
Nosocomial previo a UCI		
Nosocomial en UCI		

PROCEDIMIENTOS QUIRÚRGICOS EN UCI	FECHA

TIPO	#	SITIO	TIPO	#	SITIO
Unilumen			Mahurkar		
Bilumen			Arterial		
Trilumen			Vigileo		
Largos (PIC)			Swan-Ganz		
Bulbo yugular			Termodilución		

VENTILACIÓN MECÁNICA							
NO INVASIVA	Si / No	Días		Horas			
INVASIVA	Si / No	Días		Horas		Fallo de extubación	Si / No
PRONO	Si / No	Fecha de inicio		Horas totales			
TRAQUEOSTOMIA	Si / No	Método		Complicación			
ALTO FLUJO	Si / No	Días					

# Electrocardiograma		# Gasometrías		Albúmina	Si / No	
Paquetes globulares:		PFC		C. Plaquetario		Crioprecipitados
TRR Intermitente		TRR Continua		Días	Horas	Filtros
Plasmaféresis		sesiones	Inmunoglobulina	dosis	Hipotermia	horas

ESCALA	INGRESO	24 horas	48 horas	72 horas	7 días	EGRESO
APACHE II						
SOFA						
MPM						
SAPS						
TISS						