



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO



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

SECRETARÍA DE SALUD DE LA CIUDAD DE MÉXICO  
DIRECCIÓN DE FORMACIÓN, ACTUALIZACIÓN MÉDICA E  
INVESTIGACIÓN

CURSO UNIVERSITARIO DE ESPECIALIZACIÓN EN  
MEDICINA DE URGENCIAS

**“DETERMINAR TIEMPO DE DEPURACIÓN DE LACTATO CON  
MEDICIONES SERIADAS EN PACIENTES CON ESTADO DE CHOQUE  
SECUNDARIO A TRAUMA POR APLICACIÓN DE LA FÓRMULA:  
ACLARAMIENTO DE LACTATO, COMO FACTOR PRONÓSTICO DE  
MORTALIDAD EN PACIENTES INGRESADOS AL SERVICIO DE  
URGENCIAS EN EL HOSPITAL GENERAL LA VILLA”**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

PRESENTADO POR:  
DRA. AMAIRANI MONTSERRAT GARCIA URIBE

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN  
MEDICINA DE URGENCIAS

DIRECTORA DE TESIS  
DRA. PATRICIA RUIZ RAZO

CD. MX. 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.



SECRETARÍA DE SALUD

Dirección de Formación, Actualización Médica e Investigación  
Comité de Ética en Investigación Nivel Central

Formato: FIR-3

## FORMATO DE REGISTRO DE PROTOCOLOS DE MÉDICOS RESIDENTES DE LA SECRETARÍA DE SALUD SIN RIESGO Y RIESGO MÍNIMO

**Instructivo:**

Este formato se fundamenta en la normatividad vigente en materia de investigación para la salud. Para ingresar la información posicione el cursor en la celda o espacio inferior izquierdo de cada apartado, se solicita el mismo tipo de letra, con espaciado sencillo y usar mayúsculas y minúsculas.

<b>I. Ficha de identificación</b>																			
Título del proyecto de investigación Determinar tiempo de depuración de lactato con mediciones seriadas en pacientes con estado de choque secundario a trauma por aplicación de la fórmula: aclaramiento de lactato, como factor pronóstico de mortalidad en pacientes ingresados al servicio de urgencias del Hospital General la Villa.																			
INVESTIGADORES PARTICIPANTES						INSTITUCIÓN/ESPECIALIDAD			FIRMA										
Nombre del Investigador principal (médico residente) Dra. Amairani Montserrat García Uribe						Médico residente													
Nombre del investigador asociado, en caso de existir																			
Nombre del profesor titular de la Especialidad Dr. Sergio Cordero Reyes						Profesor titular de la especialidad													
Domicilio y teléfono del investigador principal Calle 3 Mz. H Lt. 155 Colonia Xalpa Delegación Iztapalapa CP 09640. Teléfono: 5514794957 Correo electrónico del investigador principal montse_ama@hotmail.com																			
Unidad(es) operativa(s) dónde se realizará el estudio Hospital General La Villa																			
<b>II. Servicio dónde se realizará el estudio</b>																			
a)	Medicina	X	b)	Odontología		c)	Nutrición		d)	Administración									
e)	Enfermería		f)	Psicología		g)	Trabajo Social		h)	Otra(especifique)									
<b>III. Área de especialidad donde se realizará el estudio</b>																			
1.	Anestesiología		2.	Medicina Interna		3.	Medicina de Urgencias	X	4.	Dermatopatología									
5.	Cirugía General		6.	Medicina Familiar		7.	Cirugía Pediátrica		8.	Medicina Crítica									
9.	Ginecología y Obstetricia		10.	Ortopedia		11.	Cirugía Plástica y Reconstructiva		12.	Medicina Legal									
13.	Pediatría		14.	Dermatología		15.	Otra(especifique)												
<b>IV. Periodo de estudio</b>		0	1	0	3	2	1	3	1	0	8	2	1						
DEL		Día		Mes		Año		AL		Día		Mes		Año					
<b>V. Datos de validación</b>						Nombre			Firma										
Jefe de Enseñanza e Investigación						Dr Alberto Espinosa Mendoza													
Director de la Unidad Operativa						Dr Victor José Cuevas Osorio													
Director de Tesis						Dra Patricia Ruiz Razo													
ESPACIO PARA SER LLENADO POR EL PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ENSEÑANZA, CAPACITACIÓN, INVESTIGACIÓN Y ÉTICA																			
<b>Aprobación y registro</b>		Fecha de recepción						Fecha de aprobación											
		2	6	0	7	2	1			2	7	0	7	2	1				
		Día		Mes		Año				Día		Mes		Año					
Presentes en sesión de trabajo, los miembros del Comité de Enseñanza, Capacitación, Investigación y Ética perteneciente a la Secretaría de Salud de la Ciudad de México, aprobaron por consenso la evaluación del protocolo que se indica.																			
Nombre del presidente																			
Comité de Enseñanza, Capacitación, Investigación y Ética																			
Dictamen						Aprobado													
						Hacer correcciones y presentar nuevamente													
						No aprobado													
<b>Fecha de registro</b>		2	8	0	7	2	1	<b>Código de registro</b>		2	0	6	0	1	0	1	8	2	1
		Día		Mes		Año				Unidad		Clave		Número		Año			





GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO



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

SECRETARÍA DE SALUD DE LA CIUDAD DE MÉXICO  
DIRECCIÓN DE FORMACIÓN, ACTUALIZACIÓN MÉDICA E  
INVESTIGACIÓN

CURSO UNIVERSITARIO DE ESPECIALIZACIÓN EN  
MEDICINA DE URGENCIAS

**“DETERMINAR TIEMPO DE DEPURACIÓN DE LACTATO CON  
MEDICIONES SERIADAS EN PACIENTES CON ESTADO DE CHOQUE  
SECUNDARIO A TRAUMA POR APLICACIÓN DE LA FÓRMULA:  
ACLARAMIENTO DE LACTATO, COMO FACTOR PRONÓSTICO DE  
MORTALIDAD EN PACIENTES INGRESADOS AL SERVICIO DE  
URGENCIAS EN EL HOSPITAL GENERAL LA VILLA”**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

PRESENTADO POR:  
DRA. AMAIRANI MONTSERRAT GARCIA URIBE

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN  
MEDICINA DE URGENCIAS

DIRECTORA DE TESIS  
DRA. PATRICIA RUIZ RAZO



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO



“DETERMINAR TIEMPO DE DEPURACIÓN DE LACTATO CON MEDICIONES SERIADAS EN PACIENTES CON ESTADO DE CHOQUE SECUNDARIO A TRAUMA POR APLICACIÓN DE LA FÓRMULA: ACLARAMIENTO DE LACTATO, COMO FACTOR PRONÓSTICO DE MORTALIDAD EN PACIENTES INGRESADOS AL SERVICIO DE URGENCIAS EN EL HOSPITAL GENERAL LA VILLA”

DRA. AMAIRANI MONTSERRAT GARCIA URIBE

Vo. Bo.

**DR SERGIO CORDERO REYES**

---

PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN  
MEDICINA DE URGENCIAS

Vo. Bo.

**DRA. LILIA ELENA MONROY RAMÍREZ DE ARELLANO**

---

DIRECTORA DE FORMACIÓN, ACTUALIZACIÓN MÉDICA E  
INVESTIGACION, SECRETARIA DE SALUD DE LA CIUDAD DE MÉXICO



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO



Vo. Bo.

**DRA PATRICIA RUIZ RAZO**

---

DIRECTORA DE TESIS

MÉDICA ADSCRITA DEL HOSPITAL GENERAL LA VILLA SSCDMX

## ÍNDICE

Resumen	6
I. Introducción	7
II. Marco teórico y antecedentes.	9
III. Planteamiento del problema.	19
IV. Justificación	20
V. Hipótesis	21
VI. Objetivo general	21
VII. Objetivos específicos	21
VIII. Metodología	22
IX. Implicaciones éticas.	24
X. Resultados y análisis de datos.	25
XI. Discusión	32
XII. Conclusiones	34
XIII. Bibliografía	35

## RESUMEN

Objetivo general: Determinar el tiempo de aclaramiento de lactato en pacientes con choque hemorrágico secundario a trauma relacionándolo con la mortalidad del paciente en la sala de urgencias en el Hospital General La Villa.

Metodología: Es un estudio clínico, cuantitativo, observacional, descriptivo, retrospectivo, longitudinal. En la sala de urgencias del Hospital General La Villa de la SSCDMX con pacientes adultos que ingresan por motivo de algún traumatismo del 01 de enero del 2021 al 28 de julio del 2021. Criterios de inclusión: Pacientes mayores de 18 años de edad. Pacientes que ingresen con diagnóstico del algún traumatismo. El análisis estadístico fue de tipo descriptivo, la fuente de información primaria fueron los expedientes clínicos, y desde el punto de vista bioético es una investigación sin riesgo, cuya información se obtuvo de los expedientes clínicos.

Resultados: Se incluyeron 84 pacientes el 79% fueron hombres y el 21% fueron mujeres, siendo más frecuente el rango de edad de 18 a 40 años con 76.1%, calculándose la media de edad en los 33 años. El tipo más frecuente fue a nivel abdominal con un 26%, el traumatismo craneoencefálico con un 23%, trauma de tórax con un 19%, el traumatismo de extremidades se presentó en un 20%, en traumatismo de pelvis en 2% y de columna en el 10%. El valor inicial de lactato de 4 a 6mmol en 32%, de 6 a 8mmol con un 25%, lactato inicial mayor de 10mmol con un 21%, lactato inicial bajo de 2 a 4mmol y de 8 a 10mmol con 7.1%. 11.9% presentaron depuración de lactato en las primeras 0 a 4 horas de ingreso, de las 4 a 8 horas depuraron lactato el 9.5%, 40% de los pacientes estudiados depuro lactato en las primeras 8 a 12 horas, posteriormente el 19% realizaron depuración de lactato entre las primeras 12-16 horas. De las 16 a 20 horas un 15.4% y por ultimo los de más de 20 horas fue un 3,5%. Se obtuvo que el 62% presento aclaramiento de lactato del 60 al 80% en las primeras 8 horas. El 24% presento depuramiento de lactato del 40-60% en las primeras 8 horas. El 11% logro del 80 al 100% la depuración de lactato en las primeras 8 horas. Y el 3% presento aclaramiento de lactato de 20-40%. El 62% de los pacientes fueron egresados a domicilio, así como el 38% presentaron defunción.

Conclusión: Existe la alta relación de la hiperlactatemia inicial y un porcentaje mayor del 20% por hora de aclaramiento de lactato en las primeras 8 horas con la presencia de una adecuada guía de reanimación en el paciente, con la presencia de lesiones ocultas como hemorragia interna y con el pronóstico del paciente e incluso la alta mortalidad.

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años en México la prevalencia de los traumatismos se ha elevado siendo causas importantes de defunción y discapacidad, colocándose entre la cuarta y la sexta causa de mortalidad a nivel mundial, tomando en cuenta que la población mayor afectada se encuentra entre los 20 y 35 años de edad siendo población económicamente activa, dentro de las causas principales de mortalidad en las primeras 48 horas de ingreso del paciente al servicio de urgencias se encuentran alteraciones neurológicas y la presencia de hemorragia ya sea interna o externa. El choque hipovolémico es el tipo más común de choque y es causado por un volumen circulante insuficiente.

La respuesta metabólica al trauma culmina en un suministro inadecuado de oxígeno, hipoxia y metabolismo anaeróbico, siendo el producto final lactato. Es el resultado del metabolismo del piruvato catalizado por la enzima lactato deshidrogenasa, que se encuentra en altas concentraciones en pacientes con choque secundario a traumatismos.

Algunos estudios han relacionado el lactato  $>4$  mmol/l como un criterio principal de gravedad y probabilidad de supervivencia, así como que los pacientes con alto nivel de lactato en sangre tienen un mayor riesgo de muerte en comparación con aquellos con niveles dentro del rango normal de laboratorio.

El aclaramiento de lactato puede representar un buen parámetro para analizar la calidad de las medidas de reanimación en traumatismos y la información sobre el pronóstico, especialmente en la mortalidad temprana. Retrasar la evaluación del aclaramiento de lactato de 6 a 24 h podría ser perjudicial para el paciente, se sugiere que el aclaramiento de lactato temprano (0 a 2 h) es una variable pronóstica de resultado importante e independiente para los pacientes con traumatismos.

Se ha concluido en varios estudios que el nivel inicial de lactato y el aclaramiento de lactato son capaces de predecir muertes tempranas, lesiones traumáticas graves, necesidad de tratamiento quirúrgico, y aumento de la estancia intrahospitalaria, mortalidad y hemorragia masiva. Se evidencio que la normalización del lactato dentro de las primeras 8 horas o el aclaramiento del lactato del 20% en las primeras 2 horas de ingreso disminuye la mortalidad.

En este trabajo se tomo como objetivo determinar el tiempo de aclaramiento de lactato en pacientes con choque hemorrágico secundario a trauma relacionándolo con la mortalidad del paciente en la sala de urgencias en el Hospital General La Villa para comprobar si efectivamente este enunciado es correcto.

Por lo que se llevo a la realización de un estudio que se desarrolla en la sala de urgencias del Hospital General La Villa de la SSCDMX con pacientes adultos que ingresan por motivo de algún traumatismo del 01 de enero del 2021 al 28 de julio del 2021. La muestra de los pacientes del estudio fue obtenida de los expedientes clínicos de los derechohabientes adscritos, que ingresaron en el servicio de urgencias del Hospital

General La Villa con la presencia de algún traumatismo y a los cuales se les determino mediante gasometría de manera seriada el lactato.

Y se logro identificar y por lo tanto concluir la alta relación de la hiperlactatemia inicial y un porcentaje mayor del 20% por hora de aclaramiento de lactato en las primeras 8 horas con la presencia de una adecuada guía de reanimación en el paciente, con la presencia de lesiones ocultas como hemorragia interna y con el pronóstico del paciente e incluso la alta mortalidad, lo cual fue demostrado en este estudio lo que corresponde a lo ya descrito en la bibliografía y en los estudios que existen en los últimos 5 años.

## II. MARCO TEÓRICO

El lactato como un biomarcador parece ser el ideal en pacientes críticamente enfermos, ya que son un signo universal de una condición anormal, el tratamiento adecuado para la corrección del mecanismo causante puede llevar a una disminución de los niveles de lactato. <sup>1</sup>

Desde el siglo XIX se sabía que el ácido láctico se había formado como resultado de la falta de oxígeno en las células, y se descubrió por primera vez con la fermentación de granos de lima en condiciones anaeróbicas.<sup>9</sup> La comprensión del lactato se ha desarrollado considerablemente desde que el químico sueco Carl Wilhelm Scheele lo aisló por primera vez en la leche agria en 1780. <sup>4</sup>

El ácido láctico es un  $\alpha$ -hidroxiácido orgánico con la fórmula química  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ . Con un pH de 3,86, el ácido láctico desprotona fácilmente un ión hidrógeno para formar su base conjugada, el ión lactato. A un pH fisiológico en los seres humanos, la relación entre el ión lactato y el ácido láctico es de aproximadamente 3000: 1, por lo que el anión lactato se denomina comúnmente "lactato". El lactato existe como 2 estereoisómeros: L-lactato y D- lactato. El L-lactato compone casi la totalidad del lactato presente en los seres humanos porque las células de los mamíferos contienen exclusivamente L-lactato deshidrogenasa, la enzima que convierte el piruvato en lactato. En estados fisiológicos normales, el D-lactato se produce en concentraciones nanomolares en células de mamíferos, sin embargo, puede acumularse en ciertas condiciones patológicas y causar una acidosis metabólica.<sup>4</sup>

El lactato ha sido visto como un producto final del metabolismo anaeróbico principalmente en el músculo esquelético, un concepto conocido como el "modelo de la deuda de oxígeno" que fue pionero en la década de 1920.<sup>4</sup> En presencia de oxígeno en las mitocondrias, por cada molécula de glucosa, se producen 36 ATP durante la fosforilación oxidativa, además de agua y dióxido de carbono. En condiciones anaeróbicas, el piruvato se acumula debido a la falla de la enzima piruvato deshidrogenasa para convertirlo en acetil CoA. La cantidad excesiva de piruvato se convierte en lactato mediante la acción de la deshidrogenasa láctica. Este sistema genera solo 2 moléculas de ATP.<sup>17</sup> El aumento de la glucólisis conduce a una mayor concentración de piruvato, que excede la capacidad oxidativa del ciclo del ácido tricarboxílico y posteriormente se convierte en lactato.<sup>4</sup> La demanda de oxígeno dicta el suministro y el consumo de oxígeno. Por lo que una disminución en el consumo de oxígeno durante la demanda de oxígeno sin cambios denota un estado en el que el suministro de oxígeno a los tejidos es inadecuado para satisfacer las demandas de la función normal del tejido que dará como resultado daño tisular y disfunción orgánica lo que lleva a un aumento brusco de los niveles de lactato. <sup>1</sup>

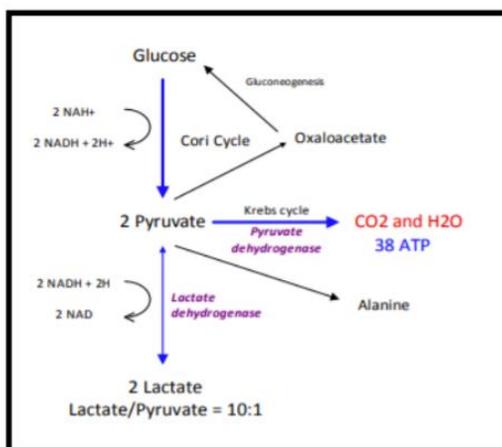
La tasa promedio de formación del lactato en un estado fisiológico es de aproximadamente 20 mmol/kg por día.<sup>4</sup> En condiciones aeróbicas, se produce lactato en músculo esquelético, piel, cerebro, intestino y eritrocitos.<sup>11</sup> En general, esta

concentración es inferior a dos mmol/l, aunque la producción diaria de lactato es en realidad de 1500 mmol/l. El hígado metaboliza aproximadamente del 70% al 75% del lactato circulante, esto ocurre típicamente en los hepatocitos periportales, donde el lactato se usa para la gluconeogénesis. El aclaramiento renal representa aproximadamente del 25% al 30% de la eliminación de lactato. La mayoría ocurre en la corteza renal, donde las células absorben lactato y luego lo oxidan para obtener energía o usarlo para la gluconeogénesis para crear glucosa que se exportará de regreso a la médula renal o la circulación sistémica. Solo un 10% estimado del aclaramiento renal se produce a través de la excreción urinaria.<sup>4</sup>

El metabolismo del lactato produce una pequeña cantidad de ATP en presencia o ausencia del ciclo de Krebs, al acelerar el proceso del metabolismo de la glucosa, se puede generar mucho más ATP. Un contexto asociado con un aumento del metabolismo de la glucosa conduce a un aumento de los niveles de lactato. Muchas situaciones y tratamientos en pacientes críticamente enfermos conducen a un aumento del metabolismo de la glucosa como es la presencia de un traumatismo.<sup>1</sup> Cuando el suministro de oxígeno cae por debajo de un umbral crítico, el umbral anaeróbico, la cantidad de oxígeno disponible para el consumo no puede satisfacer las necesidades de las células. Estos desequilibrios dan como resultado hipoxia celular, lo que da como resultado la falla de la fosforilación oxidativa mitocondrial y, como resultado, el metabolismo energético se vuelve totalmente dependiente de la glucólisis anaeróbica. La glucólisis anaeróbica aumenta drásticamente la producción de lactato celular, que se difunde en la sangre durante la isquemia celular prolongada. Por lo tanto, una concentración elevada de lactato circulante a menudo indica una oxigenación tisular inadecuada generalizada debido a un suministro y / o consumo inadecuado de oxígeno.

7

El proceso utiliza diferentes enzimas en diferentes etapas para generar difosfato de adenosina (ADP), a partir de trifosfato de adenosina (ATP). El ADP y el ATP son las moléculas de energía necesarias para las funciones corporales. El producto final de la glucólisis es el piruvato. El piruvato puede tener dos destinos, si hay suficiente oxígeno entra en el ciclo de Krebs donde se metaboliza más y produce más ADP y ATP. Si no hay suficiente oxígeno, el piruvato se convierte en lactato a través de la lactato deshidrogenasa. Este es un proceso reversible y cuando hay suficiente oxígeno, el lactato se puede convertir nuevamente en piruvato y entrar en el ciclo de Krebs para generar más energía. Sin embargo, si la hipoxia continúa, esto conduce a una acumulación de lactato y finalmente a una acidosis láctica.<sup>9</sup>



Los niveles elevados de lactato reflejan la imagen total del metabolismo energético en el paciente con estrés agudo. Se sabe desde hace mucho tiempo que el nivel elevado de lactato en sangre refleja el metabolismo anaeróbico de la hipoxia tisular en pacientes críticamente enfermos. Sin embargo, además de estos procesos anaeróbicos, los mecanismos aeróbicos (metabólicos) que afectan la eficiencia de la transferencia de energía del huésped también contribuyen a la producción de lactato. La captación de glucosa mediada por citocinas y la hiperactividad de la bomba de Na-K estimulada por catecolaminas pueden resultar en un aumento de la producción de piruvato que eventualmente abrumará la capacidad catalítica de la piruvato deshidrogenasa y dará como resultado un aumento de lactato debido al efecto de masa, la disfunción de la piruvato deshidrogenasa inducida por sepsis, traumatismos o ambas cosas. Además, la reducción del aclaramiento de lactato puede reflejar un deterioro global de la función metabólica del hígado y el riñón, los cuales normalmente contribuyen a la eliminación sistémica del lactato a través de la anaplerosis, un mecanismo que carboxila el lactato y lo entrega al ciclo del ácido tricarboxílico, independientemente de la acción del piruvato deshidrogenasa. Por lo tanto, el aclaramiento de lactato refleja biológicamente más de la homeostasis general del huésped y proporciona datos más significativos sobre la idoneidad general de los procesos de reanimación.<sup>7</sup>

Se ha descrito que cuanto mayor es el nivel de lactato, mayor es la urgencia, así como una disminución en la supervivencia con el aumento de los niveles de lactato iniciales. Con un nivel de lactato de 3mmol con una supervivencia del 65% y niveles de lactato de más de 13mmol con supervivencia del 0%<sup>1</sup>

El nivel de lactato en sangre es el resultado de la producción y el aclaramiento, una alteración en este último puede resultar en un aumento de los niveles de lactato.<sup>1</sup> Varias condiciones se han asociado con una alteración del aclaramiento como diferentes tipos de patologías entre ellas los traumatismos. El uso del aclaramiento del lactato ha sido relacionado a lo largo del tiempo con la respuesta del paciente a la terapia empleada asociándose a un mejor resultado con una mejora en la supervivencia.<sup>1</sup>

Dada la fuerte relación entre el aumento de los niveles de lactato e hipoperfusión tisular y el resultado final, este biomarcador se utiliza frecuentemente para guiar la terapéutica. Se han realizado diferentes estudios con la terapia dirigida a disminuir los niveles de lactato en al menos durante las primeras 6-8 horas con diferentes tipos de intervenciones como reanimación hídrica, uso de vasopresores y transfusión de sangre con un objetivo de disminuir el lactato 10-20% en las primeras 2 horas. Aunque se ha visto que hasta el 50% de los pacientes pueden tener niveles altos de lactato hasta las primeras 24 horas.<sup>1</sup>

Se ha descrito un umbral importante para lograr un aclaramiento de lactato del 20% por hora. Este nivel está asociado con una fuerte caída en la mortalidad, particularmente entre sujetos con niveles iniciales de lactato entre 2 y 10 mmol/L.<sup>7</sup>

La acidosis láctica se refiere específicamente a un nivel elevado de lactato sérico con un pH menor o igual a 7.35. Y la hiperlactatemia se refiere a un nivel sérico de lactato mayor o igual a 2 mmol / L, independientemente del pH. En 1976, Cohen y Woods categorizaron la acidosis láctica en 2 grupos (tipo A y B) según la presencia o ausencia de evidencia clínica de hipoxia tisular. La acidosis láctica tipo A se define por la acumulación de lactato en el contexto de una mala perfusión u oxigenación tisular. La acidosis láctica tipo B se refiere a la elevación de lactato en ausencia de hipoxia celular. Las causas comunes de acumulación de lactato tipo B en el servicio de urgencias incluyen medicamentos o estados patológicos subyacentes.<sup>4</sup>

Los niveles elevados de lactato en pacientes con lesiones traumáticas se asocian con un aumento de la mortalidad. La elevación del lactato se ha atribuido clásicamente a la hipoperfusión global en el contexto de un choque hemorrágico, o regionalmente, como en el caso de una lesión de los vasos arteriales, ya que mecanismos adicionales, como la glucólisis acelerada, causan hiperlactatemia durante la hemorragia. En pacientes con hipoperfusión oculta puede ocurrir un nivel inicial elevado de lactato sérico y puede usarse como un indicador pronóstico y un marcador de reanimación. Se ha demostrado que la falta de aclaramiento de lactato en pacientes traumatizados es un fuerte predictor independiente de mortalidad, así como la duración de la estancia en el hospital y la UCI, y un factor de riesgo para el desarrollo de infección, independientemente del estado inicial.<sup>4</sup>

El suministro de oxígeno a los tejidos puede fluctuar rápidamente a medida que los pacientes se descompensan o mejoran en respuesta a múltiples intervenciones de reanimación simultáneas. Dado que la vida media del lactato es 15 a 30 minutos en sujetos sanos.<sup>19</sup>

La Organización Mundial de la Salud estima alrededor de 5,8 millones de muertes anuales en todo el mundo por trauma, tomando en cuenta que la población más afectada por las muertes son los hombres entre 15 y 39 años.<sup>5</sup> Es la sexta causa de muerte en todo el mundo y la quinta causa de incapacidad. Globalmente el trauma contribuye a la discapacidad y a las pérdidas económicas.<sup>8</sup> Representa alrededor de 6 millones de visitas al servicio de urgencias, alrededor de 720 000 ingresos hospitalarios y 7000

muertes anuales.<sup>12</sup> La mayoría de las muertes ocurren dentro de las primeras 48 horas, siendo las primeras causas lesiones neurológicas y hemorragia.<sup>10 12</sup> Entre las causas pueden estar relacionadas los accidentes de tráfico, las caídas, los ahogamientos, los accidentes por proyectil de armas de fuego, las agresiones y las lesiones autoinducidas. Las víctimas que no mueren pueden tener secuelas motoras y neurológicas, temporales o permanentes, con elevados costos de asignación pública, asistencia sanitaria y repercusiones emocionales para las familias. Por tanto, es de vital importancia el reconocimiento temprano de las lesiones mayores y de choque hipovolémico.<sup>5</sup> El choque hipovolémico es el tipo más común de choque y es causado por un volumen circulante insuficiente. Su causa principal es la hemorragia ya sea interna y/o externa, o pérdida de líquido de la circulación. Es responsable de la insuficiencia de oxígeno lo que resulta en hipoxia tisular, metabolismo anaeróbico y producción de lactato.<sup>8</sup>

La respuesta metabólica al trauma culmina en un suministro inadecuado de oxígeno, hipoxia y metabolismo anaeróbico, siendo el producto final lactato. Es el resultado del metabolismo del piruvato catalizado por la enzima lactato deshidrogenasa, que se encuentra en altas concentraciones en pacientes con choque secundario a traumatismos. El alto contenido de lactato es un factor comprobado de mortalidad y puede señalar la necesidad de hemoderivados. Y asociado a la presión arterial es posible tener indicativo de lesión grave. Algunos estudios han relacionado el lactato >4 mmol/l como un criterio principal de gravedad y probabilidad de supervivencia. Otros muestran que los pacientes con alto nivel de lactato en sangre tienen un mayor riesgo de muerte en comparación con aquellos con niveles dentro del rango normal de laboratorio. El aclaramiento de lactato puede representar un buen parámetro para analizar la calidad de las medidas de reanimación en traumatismos y la información sobre el pronóstico, especialmente en la mortalidad temprana. Así, el lactato puede utilizarse como marcador entre la demanda y la disponibilidad de oxígeno y sus cambios de nivel pueden utilizarse como marcador eficaz en maniobras de reanimación, incluso en pacientes con estabilidad de constantes vitales.<sup>5</sup>

Durante la última década se ha reconocido que, en el trauma, los pacientes padecen la "tríada maligna" conformada por acidosis, hipotermia y coagulopatía. Esto ha llevado a un mayor enfoque en la medición de marcadores locales o sistémicos de acidosis metabólica como un indicador de la gravedad de la lesión, y para monitorear la eficacia del tratamiento y para proporcionar información del pronóstico.<sup>9</sup>

El lactato puede ser útil para diferenciar lesiones mayores y menores en traumatismos. La acidosis láctica puede persistir a pesar del control de la hemorragia, reflejando el desajuste flujo-demanda o la pérdida de densidad capilar como consecuencia de choque, vasoconstricción, u otras respuestas disfuncionales. En pacientes traumatizados, existe la necesidad de una evaluación rápida de la reanimación y el diagnóstico de hipoperfusión oculta durante su fase inicial.<sup>10</sup>

Los valores iniciales de lactato sérico se han asociado con un aumento de la mortalidad en pacientes ancianos con traumatismos cerrados y predicen la necesidad de transfusión de sangre masiva y la mortalidad en un grupo grande de pacientes con traumatismos. En combinación con la presión arterial sistólica, el lactato sérico puede mejorar la identificación temprana, sin embargo, la interpretación de un valor de lactato único puede ser engañosa porque el trauma es una situación dinámica y la hipoxia tisular oculta puede pasarse por alto. Otros pacientes pueden tener un lactato sérico inicialmente alto que desaparece rápidamente y no presagia un mal pronóstico. Por lo tanto, seguir el lactato a lo largo del tiempo puede ser una estrategia más apropiada.<sup>6</sup>

En pacientes con presencia de traumatismos la elevación prolongada de lactato se asocia con un mayor riesgo infeccioso y tasa de complicaciones. El aclaramiento de lactato representa un mejor indicador de la hipoperfusión tisular en curso y, por lo tanto, puede ser una mejor guía para la reanimación en pacientes traumatizados. El aclaramiento de lactato en 6 horas después de la admisión predecirá la mortalidad en una amplia cohorte de pacientes traumatizados.<sup>6</sup>

Se ha visto que la presencia de la elevación del lactato de manera inicial es predictor de que el paciente este cursando con la presencia de hemorragia, el lactato a un nivel de 2.5 mmol/L fue más eficiente para diferenciar las lesiones mayores de las menores con una sensibilidad del 76% y especificidad del 49%.<sup>9</sup>

En pacientes con traumatismos, el consumo de alcohol o drogas, que son condiciones que se encuentran con frecuencia, no modifican la precisión predictiva de los niveles iniciales de lactato en sangre. Sin embargo, si se trata de un traumatismo hepático si se ha evidenciado que los niveles iniciales son más altos.<sup>10</sup>

El concepto de una "hora dorada" para optimizar la reanimación traumatológica y mejorar el resultado del paciente está bien aceptado. La identificación temprana de pacientes con traumatismos de alto riesgo permite a los médicos seleccionar a aquellos que se beneficiarían de una reanimación agresiva y la asignación de recursos de cuidados críticos. La evaluación inicial de los pacientes depende del examen clínico y de la limitada información objetiva que podemos recopilar en las etapas inmediatas de la atención. Primero nos basamos en los signos vitales, sin embargo, a menudo son engañosos en las primeras etapas del choque. La presión arterial y la frecuencia cardíaca son medidas crudas de perfusión y pueden ser normales, a pesar de una deuda sustancial de oxígeno. Se ha demostrado que los signos vitales no son fiables en la estratificación del riesgo de los pacientes con traumatismos. Las puntuaciones de gravedad de las lesiones (ISS) se utilizan comúnmente en la literatura sobre trauma como un predictor de mortalidad. Sin embargo, esta medida "anatómica" de la gravedad de la lesión se calcula de forma diferida una vez que se han identificado todas las lesiones. El ISS no está disponible en el momento de la presentación inicial del paciente en el servicio de urgencias y no puede utilizarse para guiar la reanimación. Dadas las deficiencias de los signos vitales y la falta de disponibilidad del ISS desde el principio,

los biomarcadores fácilmente disponibles de hipoperfusión oculta ganan especial importancia. Los biomarcadores del metabolismo anaeróbico con el lactato se han utilizado durante mucho tiempo para evaluar hemorragia aguda en pacientes con traumatismos.<sup>14</sup>

El valor de lactato al ingreso en Urgencias en pacientes jóvenes con traumatismo cerrado y/o penetrante, con presión sistólica que oscila entre 90 y 110 mmHg, es más efectivo para predecir el riesgo de recibir más de 6 unidades de glóbulos rojos durante la primera. 24 h post-lesión y mortalidad hospitalaria.<sup>17</sup>

Durante los años pasados ha habido diferentes puntuaciones en pacientes con traumatismos como Glasgow, puntaje de trauma de urgencias, puntaje de alerta vitalpac modificado, GAP para predecir la mortalidad a corto o a largo plazo sin embargo hay estudios donde se ha mostrado resultados contradictorios y muchas desventajas de los puntajes, por lo tanto se necesita una manera fácil, confiable, objetiva y fácil de estimar el riesgo de mortalidad de los pacientes con traumatismos como el lactato.<sup>15</sup>

Se sabe muy poco si existe correlación entre el trauma, los sistemas de puntuación, y los marcadores como el lactato. Hay estudios que hay demostrado el mismo nivel de validez de puntuaciones como APACHE II comparado con el lactato para predecir la mortalidad en pacientes con traumatismos.<sup>16</sup>

La depuración de lactato fue descrita inicialmente por Ngyuyen en 2004 y se ha demostrado que es equivalente a las mediciones de la oxigenación venosa central como guía para la reanimación en pacientes con sepsis y traumatismos.<sup>12</sup>

El aclaramiento de lactato es la tasa de caída del lactato después de que ha comenzado la reanimación. Se ha estudiado que no solo los niveles sanguíneos al ingreso o el lactato sanguíneo más alto son importantes para determinar la morbilidad y la mortalidad, sino también la duración de la hiperlactatemia, es decir, aumento de lactato en el torrente sanguíneo, y esto está relacionado con complicaciones postraumáticas como infecciones o insuficiencia orgánica. Retrasar la evaluación del aclaramiento de lactato de 6 a 24 h podría ser perjudicial para el paciente, se sugiere que el aclaramiento de lactato temprano (0 a 2 h) es una variable pronóstica de resultado importante e independiente para los pacientes con traumatismos. El aclaramiento de lactato a las 6 h está fuertemente asociado con la mortalidad y, a medida que disminuía el aclaramiento de lactato, aumentaba la mortalidad, mientras que si hay una eliminación del lactato en menos de 24 horas la mortalidad es alrededor del 10%.<sup>9</sup> Nguyen refiere que el aclaramiento de lactato guarda relación importante en la disminución de disfunción multiorgánica, lo que lo transforma en un predictor de mortalidad

¿Por qué es importante la depuración de lactato? La disminución del aclaramiento de lactato puede representar una hipoxia celular prolongada, el presunto mecanismo de daño de órganos diana en muchas formas del estado de choque, incluidos la sepsis y el traumatismo. La entrega del oxígeno (DO<sub>2</sub>) suele estar elevado en la sepsis, y se ha

sugerido que mantener un DO2 elevado en la sepsis, después de la cirugía y en pacientes con traumatismos puede inducir insuficiencia orgánica. La optimización del suministro de oxígeno y la disminución de la hipoxia tisular deben asociarse con una disminución de la mortalidad en los pacientes traumatizados. Se ha propuesto que el lactato inicial y el aclaramiento de lactato a las 6 horas en pacientes con una elevación inicial de lactato predicen aquellos con mayor riesgo de mortalidad y, por lo tanto, pueden ser apropiados para guiar la reanimación, así como un marcador pronóstico. Esto supone la ausencia de otras causas de disminución del aclaramiento, como sería el caso de la enfermedad hepática o renal.<sup>6</sup> Se sugieren intervalos de cuantificación cortos entre 2 y 3 horas hasta la sexta a la novena hora, y una tasa de aclaramiento del 20% por hora lo que llega a 60% en 6 horas.<sup>17</sup>

Una tasa baja de aclaramiento de lactato sugiere hipoxia tisular persistente o disminución del metabolismo del lactato. Billeter y colaboradores demostraron que el aclaramiento de lactato predice el desarrollo de infecciones en pacientes traumatizados en general, y la normalización de los valores de lactato en 24 o 48 h se asocia con una mayor supervivencia en pacientes traumatizados ingresados en la unidad de cuidados intensivos.<sup>13</sup>

La fórmula para el cálculo del aclaramiento de lactato es:

$$\text{Aclaramiento de Lactato} = \frac{(\text{lactato al ingreso} - \text{lactato a las } \langle n \rangle \text{ h}) \times 100}{\text{lactato de ingreso}}$$

Se han hecho diferentes estudios uno de ellos en el cual se evaluó el valor inicial del lactato posteriormente el valor de lactato a las 6 horas y su correlación con los signos vitales, siendo la causa más común secundario a traumatismo craneoencefálico y posteriormente traumatismo de abdomen, se ha demostrado el uso de lactato prehospitalario correlacionado a que el paciente requiera a su ingreso realización de cirugía de control de daños de urgencia.<sup>5</sup>

Se ha hecho otro estudio donde se descubrió que el lactato inicial y el aclaramiento del lactato tienen una fuerte relación con la mortalidad en pacientes traumatizados independientemente de la gravedad de las lesiones y se habla acerca del concepto de hipoperfusión oculta es decir pacientes normotensos con lactato elevado tienen aún mayor riesgo de muerte así como deficiencia en el aclaramiento de lactato, demostraron una mortalidad del 100% si el lactato no se corrigió en las primeras 6 horas y del 10% al 12% si el lactato no se elevó, en pacientes con hipotensión oculta se asoció mayor riesgo de infección y de mortalidad.<sup>6</sup>

Se realizó otro estudio donde se revisó el aclaramiento del lactato desde las primeras dos horas de ingreso de los pacientes con traumatismos y se concluyó que el nivel inicial de lactato y el aclaramiento de lactato son capaces de predecir muertes tempranas, lesiones traumáticas graves, necesidad de tratamiento quirúrgico, y aumento de la

estancia intrahospitalaria, mortalidad y hemorragia masiva. Se evidencio que la normalización del lactato dentro de las primeras 8 horas o el aclaramiento del lactato del 20% en las primeras 2 horas de ingreso disminuye la mortalidad.<sup>10</sup>

Se hizo otro estudio donde la mortalidad aumento de una manera significativamente cuando se prolongaba el tiempo de aclaramiento de lactato y una tasa de supervivencia baja incluso si los niveles de lactato se normalizaban en 24 horas notando que no hubo diferencia significativa en la supervivencia por el mecanismo de lesión ya fuera penetrante o contuso.<sup>11</sup>

Se realizo una revisión sistemática que investigo y resumió la utilidad del lactato medida en el servicio de urgencias como un marcador de gravedad y resultado de la lesión en adultos con traumatismos involucro 28 estudios con 44154 pacientes, los estudios mostraron una relación clara entre el valor absoluto y los niveles de lactato en el momento de la presentación con el riesgo de mortalidad, así mismo se asoció con resultados clínicos importantes como la gravedad de la lesión, disfunción orgánica, complicaciones respiratorias, transfusión de sangre, requerimiento de manejo quirúrgico, estancia hospitalaria, ventilación mecánica, apoyo con vasopresores e ingreso a la unidad de cuidados intensivos.<sup>12</sup>

Hay estudios en lo que se ha relacionado el lactato con el déficit de base asociado con la administración de hemoderivados con la mortalidad. La asociación del lactato con el aumento de la mortalidad en estado de choque fue inicialmente descrito por Broder y Weil. Lavery y colaboradores encontraron que un nivel de lactato más alto de lo normal (2 mmol/L) en los pacientes con trauma predijeron un ISS elevado, la necesidad de ingreso a la UCI y estancias hospitalarias prolongadas.<sup>18</sup>

En otro estudio Abramson y sus colegas informaron que los pacientes críticos con traumatismos que pudieron reducir o "aclarar" una concentración de lactato inicialmente elevada en respuesta a la reanimación, todos sobrevivieron hasta el alta y que la depuración de lactato relativa deficiente es una mejor predictor de muerte prematura que una lesión cerebral grave o signos vitales anormales.<sup>19</sup>

En otro estudio donde se comparó el aclaramiento de lactato con la asociación de la mortalidad en pacientes con traumatismo craneoencefálico y no se encontró el rendimiento predictivo de la mortalidad intrahospitalaria es similar al aclaramiento de lactato con el valor inicial de lactato y encontraron un aumento de la mortalidad hospitalaria con valores crecientes de lactato. En cuanto al traumatismo craneoencefálico se explica si los niveles son desfavorables ya que el cerebro puede requerir la producción de lactato como una fuente de energía potencial para la recuperación tisular, ya que los pacientes con traumatismo craneoencefálico pueden tener una captación aumentada de lactato frente a un gradiente de concentración de la sangre a través de la barrera hematoencefálica hacia el cerebro. Además, el lactato podría tener un efecto neuroprotector a través del transportador de lactato astrocito-neurona. El lactato se produce a partir de glucosa y se exporta a través del intersticio a

los astrocitos, donde se utiliza como sustrato para producir piruvato para el metabolismo energético. Se sugiere que cuando el lactato está elevado, habrá más glucosa disponible para la vía de las pentosas fosfato, que tiene un efecto neuro protector ya que preserva a las neuronas de las especies reactivas de oxígeno. Por lo tanto, la relación entre el lactato y la mortalidad en pacientes con traumatismo craneoencefálico podría ser diferente en comparación con la población general de trauma, ya que el lactato puede tener un propósito único y usarse de manera diferente. En cuanto a los pacientes que no presentan traumatismo craneoencefálico se confirmó que el lactato mostró el mejor rendimiento para predecir sepsis o la muerte. También se demostró que las mediciones de lactato único a las 24 horas puede predecir disfunción orgánica en pacientes con traumatismos así como alta mortalidad en pacientes con traumatismos y síndrome de respuesta inflamatoria sistémica y predecir complicaciones infecciosas, se correlaciono el aclaramiento de lactato a las 2 horas de ingreso de paciente con traumatismo, a las 4 horas teniendo la misma correlación, sin embargo no con el aclaramiento de lactato a las 24 horas pudiendo resultar con complicaciones infecciosas.<sup>13</sup>

### **III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

La incidencia de traumatismo a nivel mundial representa una de las primeras causas de morbimortalidad, generando grandes costos por discapacidad, tiempo de recuperación y mortalidad, dado que el principal grupo etario es en personas jóvenes económicamente activos, principalmente aquellos que se encuentran entre la segunda y tercera década de la vida. Los servicios de urgencias a nivel mundial presentan el problema constante de saturación, generado principalmente por pacientes con afecciones de baja complejidad como lo muestran los estudios de triaje, en los cuales se reporta hasta un 80% de pacientes no urgentes; la gran afluencia de usuarios disminuye el tiempo que el personal médico puede dedicar a evaluar y revalorar pacientes potencialmente graves, que pudieran complicarse a mediano plazo, como son los pacientes con trauma.

Debido a dicha situación es indispensable evaluar parámetros fáciles como la determinación del lactato con una gasometría arterial o venosa y posteriormente evaluar el tiempo de aclaramiento de lactato para determinar e identificar aquellos pacientes que requieran un manejo aún más especializado y estricto. Por lo que existen varios estudios que intentan determinar la aplicabilidad del aclaramiento de lactato como herramienta diagnóstica y predictor de gravedad, en presencia de choque hemorrágico secundario a trauma. Ya que, si no se dispone de herramientas objetivas de detección y clasificación, el paciente permanece largas estancias en la sala de urgencias hasta ser identificado como grave, lo cual demora el tratamiento clínico y quirúrgico, aumentando la mortalidad y consumo de recursos.

#### **IV. JUSTIFICACIÓN**

La importancia de identificar de forma rápida los pacientes con traumatismos con alto riesgo de complicaciones y alta mortalidad es vital en los servicios de urgencias, porque la intervención oportuna en ellos y la reanimación adecuada disminuiría los costos de atención, las complicaciones potenciales y la muerte por tanto disminuye el tiempo de estadía hospitalaria. La solución planteada en varios países comprobada por diferentes estudios es el uso de biomarcadores de fácil acceso, bajo costo y de una manera rápida como el obtener una muestra venosa para la obtención del lactato siendo uno de los biomarcadores más estudiado para posteriormente realizar diferentes determinaciones del lactato a un definitivo tiempo y calcular el aclaramiento de lactato. La mayoría de los estudios que evalúan la aplicabilidad de estos parámetros lo hacen en forma retrospectiva o limitando su uso a pacientes ya categorizados como graves o incluso excluyendo pacientes con determinadas patologías como enfermedad renal o hepática que pudieran tener cambios en el aclaramiento de lactato, y realizados en medios con sistemas de salud distintos al nuestro con perfiles epidemiológicos poco extrapolables. De esto surge la necesidad de medir la utilidad, en nuestro medio en una población general de urgencias sin excluir pacientes. La mayoría de los estudios muestran un buen desempeño de este parámetro para una definición adecuada de la mortalidad de los pacientes con traumatismos.

## **V. HIPÓTESIS**

No aplica.

## **VI OBJETIVO GENERAL**

Determinar el tiempo de aclaramiento de lactato en pacientes con choque hemorrágico secundario a trauma relacionándolo con la mortalidad del paciente en la sala de urgencias en el Hospital General La Villa.

## **VI OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Identificar cual es la causa etiológica más común de los pacientes ingresados al servicio de urgencia con el diagnostico de traumatismos.

Distinguir la relación del sexo y edad de pacientes que ingresan con el diagnostico de traumatismos para su evaluación estadística.

Determinar la influencia del valor inicial de lactato de la gasometría de ingreso como herramienta predictiva de mortalidad en el paciente con trauma.

Analizar y comparar el tiempo de aclaramiento de lactato a las 8 horas, así como su analogía con el valor pronóstico de mortalidad.

## **VIII METODOLOGÍA**

8.1 Tipo de estudio: Se trata de un estudio clínico, cuantitativo, observacional, descriptivo, retrospectivo, longitudinal.

8.2 Población de estudio: El estudio se desarrolla en la sala de urgencias del Hospital General La Villa de la SSCDMX con pacientes adultos que ingresan por motivo de algún traumatismo del 01 de enero del 2021 al 28 de julio del 2021.

8.3 Muestra: La muestra de los pacientes del estudio fue obtenida de los expedientes clínicos de los derechohabientes adscritos, que ingresaron en el servicio de urgencias del Hospital General La Villa con la presencia de algún traumatismo y a los cuales se les determino mediante gasometría de manera seriada el lactato.

Definición de unidades de observación

Criterios de inclusión: Pacientes mayores de 18 años de edad. Pacientes que ingresen con diagnóstico del algún traumatismo.

Criterios de no inclusión: Pacientes con traumatismos que no cuenten con determinación inicial por gasometría de lactato.

Criterios de interrupción: Pacientes que solo cuenten con una determinación de lactato.

Criterios de eliminación: Pacientes con traumatismos que solo cuenten con una determinación de lactato ya que no se puede realizar la tasa de aclaramiento de lactato.

8.4 Tipo de muestreo y estrategia de reclutamiento: El tamaño de la población es de 84 pacientes para el estudio. Se tomaron los datos de los pacientes al momento de ingreso a urgencias mediante la nota de ingreso al servicio de urgencias y exámenes de laboratorio, en el cual conste en recabar el lactato de la gasometría. Y posteriormente analizar de las gasometrías tomadas para evaluar el tiempo de aclaramiento de lactato. La determinación de tipo de patología se establecerá en base al motivo de ingreso y al servicio al que es derivado. Los datos serán tomados a partir de enero del 2021 hasta agosto del 2021 obteniendo una muestra de 84 pacientes.

### 8.5 Operacionalización de Variables

VARIABLE (Índice/indicador)	TIPO	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN	CALIFICACIÓN
Edad	Cuantitativa	Tiempo transcurrido desde el nacimiento, en años cumplidos a la visita del paciente a urgencias.	Edad	18-40 años 41-60 años Mayor a 60 años.
Sexo	Cualitativa	Característica física determinada genéticamente relacionadas con la significación sexual de cuerpo en la sociedad.	Hombre Mujer	Hombre Mujer
Causa de traumatismo	Cualitativa	Causa traumática como motivo de ingreso de paciente a urgencias	Causa	Craneoencefalico Torax Abdominal Extremidades Columna Pelvis
Valor inicial de lactato	Cuantitativa	Valor numérico de lactato de ingreso de paciente al servicio de urgencias.	Mmol/L	2 a 4 4 a 6 6 a 8 8 a 10 Mas de 10
Tiempo de depuración de lactato	Cuantitativa	Tiempo de variación en un intervalo determinado de niveles de lactato en sangre.	Horas	0 a 4 horas 4 a 8 horas 8 a 12 horas 12 a 16 horas 16 a 20 horas Mas de 24 horas

Aclaramiento de lactato	Cuantitativa	Porcentaje de variación en un intervalo de tiempo determinando los niveles de lactato en sangre (8 horas)	Porcentaje	< 20% 20-40% 40-60% 60-80% 80-100%
Mortalidad hospitalaria	Cuantitativo	Numero de pacientes que sobrevivieron al traumatismo con aclaramiento de lactato.	Porcentaje	Alta Defunción

**Tabla 1.** Descripción de variables a medir.

8.6 Análisis estadístico de los datos: Se realizó la selección de pacientes que ingresaron al Hospital General La Villa al servicio de urgencias con diagnóstico de traumatismo, se identificó la edad, sexo así como la causa del traumatismo que lo llevo a urgencias, se tomó el valor inicial del lactato y las tomas posteriores de lactato, se asentó en las hojas de recolección y mediante Excel se tabularon las variables y cálculo del tiempo de aclaramiento de lactato con la formula la tasa de aclaramiento de lactato comparado con la mortalidad de los pacientes.

## **IX IMPLICACIONES ETICAS**

Desde el punto de vista bioético esta es una investigación sin riesgo.

## X RESULTADOS Y ANALISIS DE DATOS

### Características generales de los sujetos con hiperlactatemia secundario a choque de etiología traumática.

En el estudio se incluyeron 84 pacientes que cumplieron con los criterios de selección con diferentes tipos de traumatismos en el mes de enero del 2021 a agosto del 2021 del Hospital General La Villa en el servicio de urgencias. Del 100% de los pacientes estudiados el 79% fueron hombres correspondiendo a 66 personas y el 21% fueron mujeres lo que corresponde a 18 mujeres analizadas. (Grafica 1), siendo más frecuente el rango de edad de 18 a 40 años correspondiendo al 76.1% de los pacientes estudiados con numero de 64 personas. (Grafica 2) Calculándose la media de edad en los 33 años. El grupo de edad menos predominante fue el de mayores de 60 años de edad con un 9,5% correspondiente a 8 personas.

En la Tabla 2 se muestran las características generales de los pacientes estudiados con hiperlactatemia secundaria a choque por diferentes tipos de traumatismos.

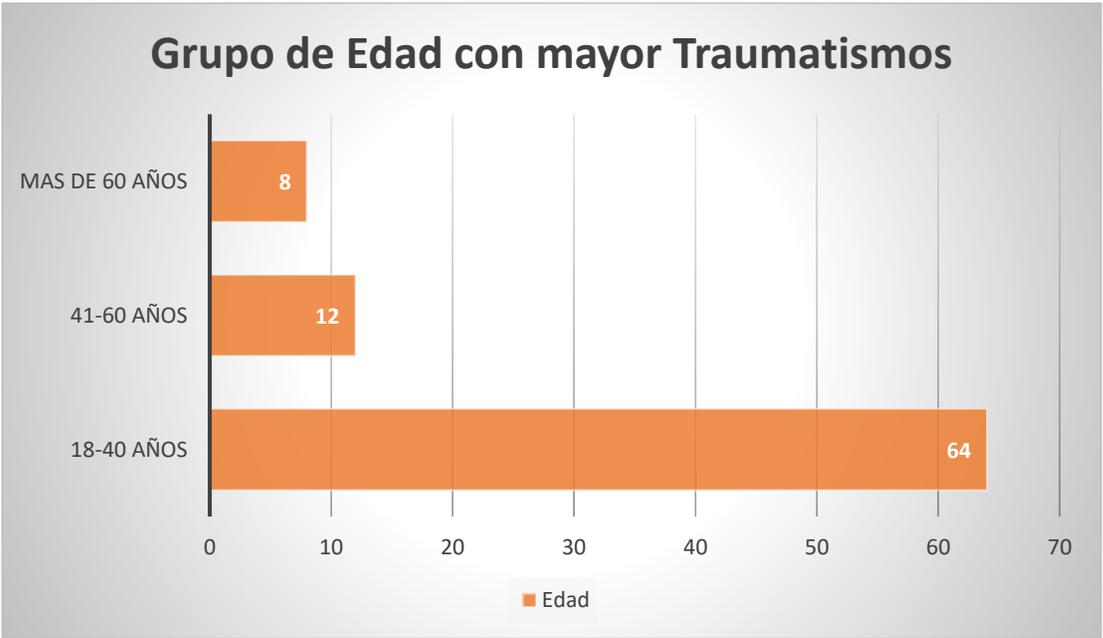
**Tabla 2.** Características generales de pacientes con elevación de lactato y choque por traumatismos.

<b>Tabla 2.</b> Características generales de pacientes con elevación de lactato y choque por traumatismos.	
Características	n = 84
Genero	
Femenino	66 (79%)
Masculino	18 (21%)
Edad	
18-40 años	64 (76.2%)
41-60 años	12 (14.3%)
Mas de 60 años	8 (9.5%)
Mortalidad	
Alta hospitalaria	52 (62%)
Defunción	32 (38%)

Los datos se muestran con número y porcentaje (%)



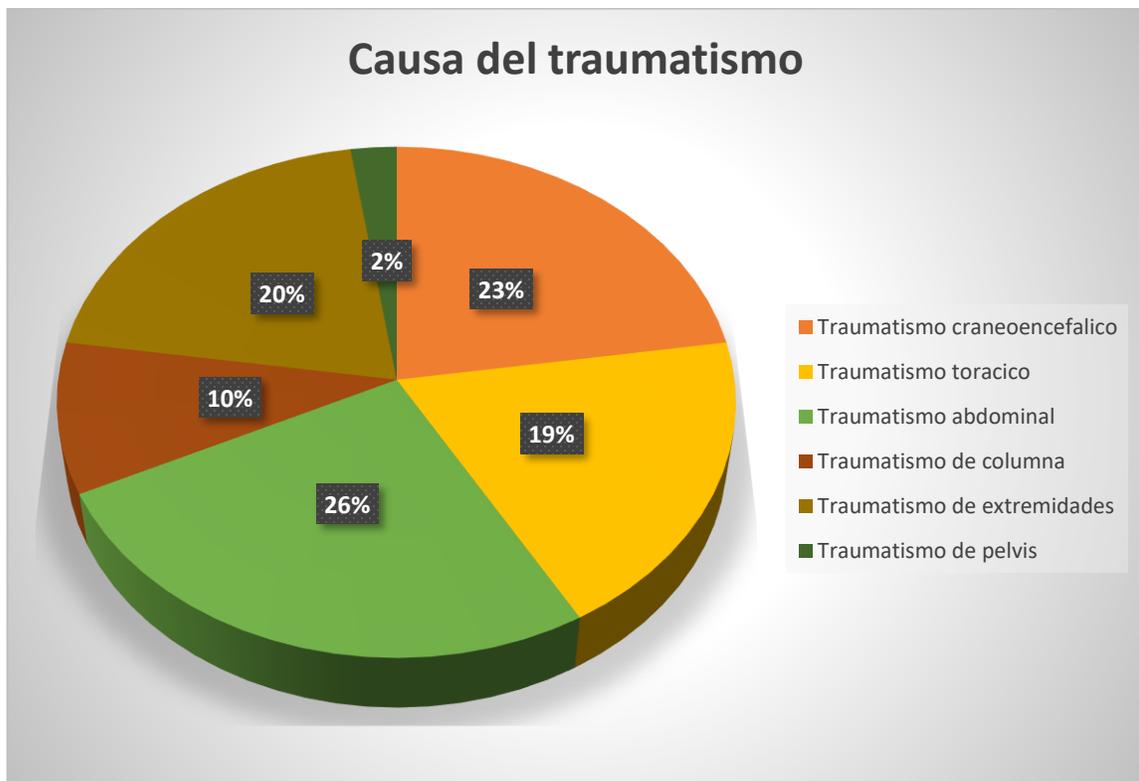
**Grafica 1.** Distribución por género de pacientes con traumatismo y elevación de lactato.



**Grafica 2.** Prevalencia del grupo de edad que presento mayor cantidad de traumatismos.

### Origen del traumatismo que ocasionaron hiperlactatemia en el paciente.

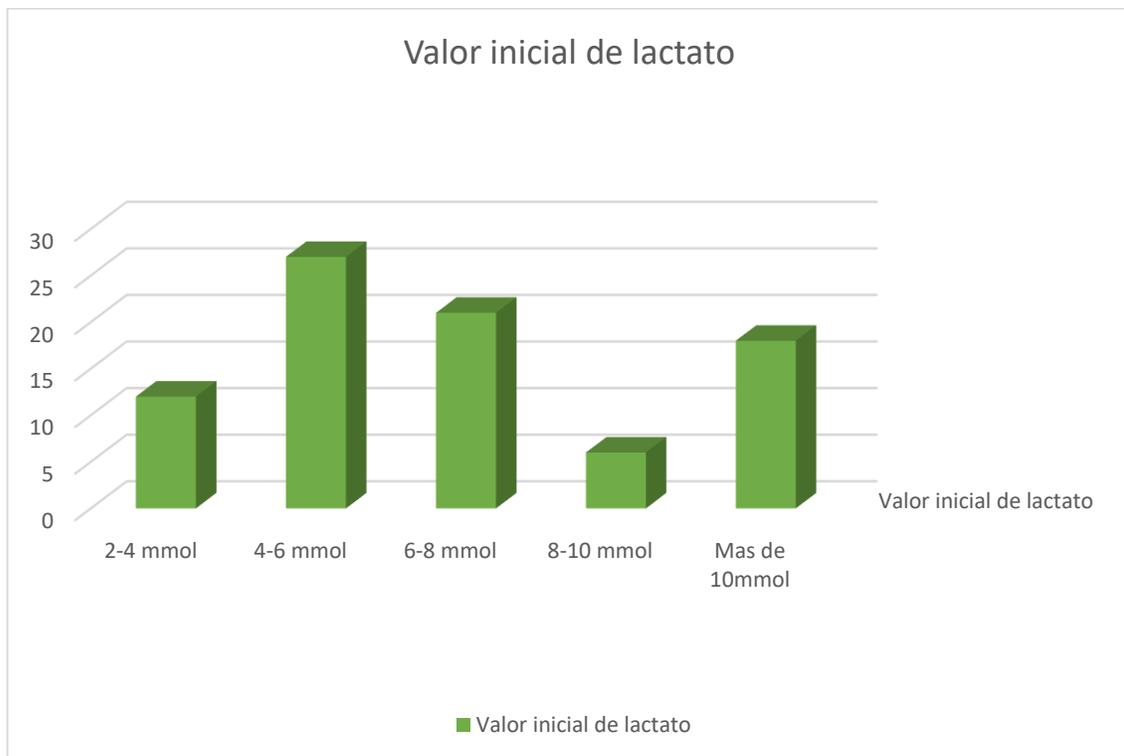
Dentro del grupo de los 84 pacientes estudiados en la depuración del lactato el tipo más frecuente fue a nivel abdominal con un 26% equivalente a 22 pacientes, hay que tomar en cuenta que varios pacientes presentaban dos o más etiologías de traumatismos sin embargo para fines estadísticos se tomó en cuenta la causa principal y de mayor gravedad, en segundo lugar se presentó el traumatismo craneoencefálico con un 23% correspondiendo a 19 personas, posteriormente el trauma de tórax con un 19% equivalente a 16 personas, el traumatismo de extremidades se presentó en un 20% con 17 personas, la mayoría acompañado de otro traumatismo al igual como en traumatismo de pelvis y de columna, en pelvis se presentó el 2% y columna el 10% equivalente a 2 y 8 personas. (Grafica 3).



**Grafico 3.** Tipo de traumatismo más común en pacientes con choque e Hiperlactatemia.

### Evaluación inicial del lactato en pacientes con los diferentes tipos de traumatismos que ocasionaron la presencia de choque.

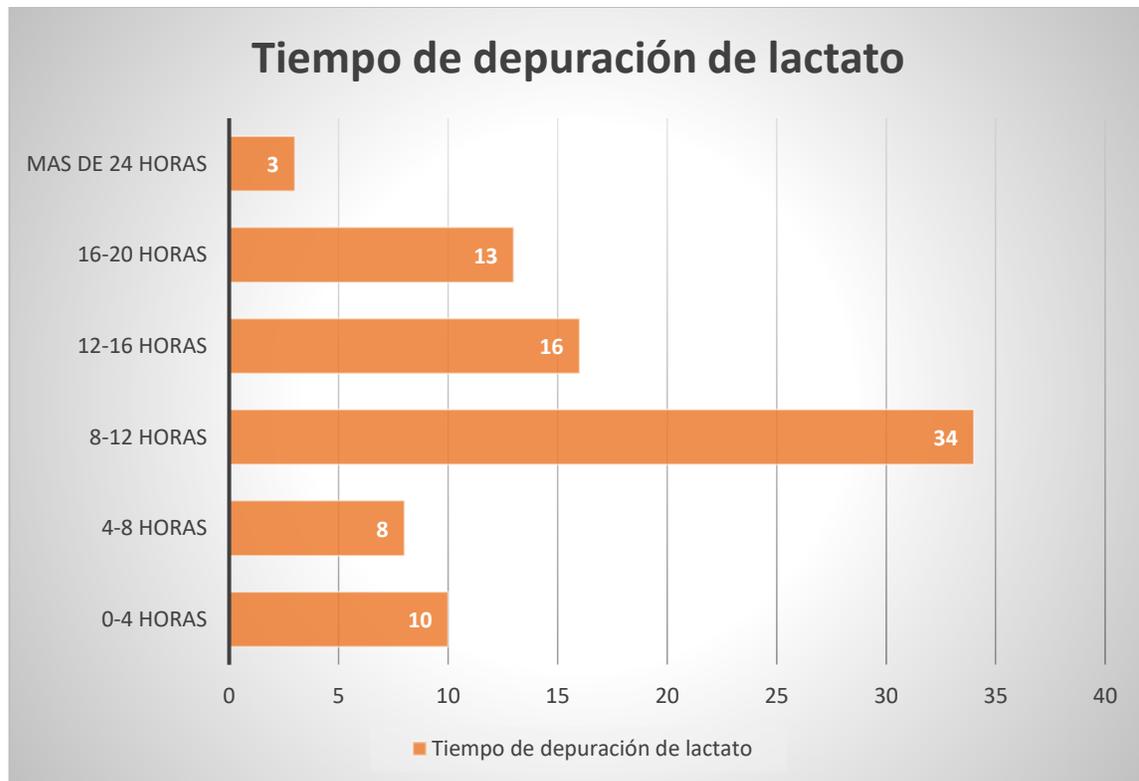
Ya evaluado el tipo de traumatismo que ocasiono que el paciente presentara estado de choque principalmente hipovolémico, se identifico la hora de llegada del paciente y la hora de toma de gasometría donde se identifico el valor inicial de lactato y se distribuyo en los diferentes grupos, siendo más común el valor inicial de 4 a 6mmol equivaliendo al 32% del total con 27 pacientes, en segundo lugar el grupo de 6 a 8mmol con un 25% y 21 personas, siguiendo el grupo de pacientes con lactato inicial mayor de 10mmol con un 21% equivalente a 18 personas, en cuarto lugar pacientes que presentaron lactato inicial bajo de 2 a 4mmol con 12 personas equivaliendo a un 14% y por último un valor inicial entre 8 a 10mmol con 7.1% correspondiente a 6 personas. (Grafica 4)



**Grafica 4.** Determinación inicial de lactato mediante gasometría a la hora de llegada del paciente con choque secundario a trauma en el servicio de urgencias.

## Tiempo medido de depuración de lactato en pacientes con choque y traumatismos.

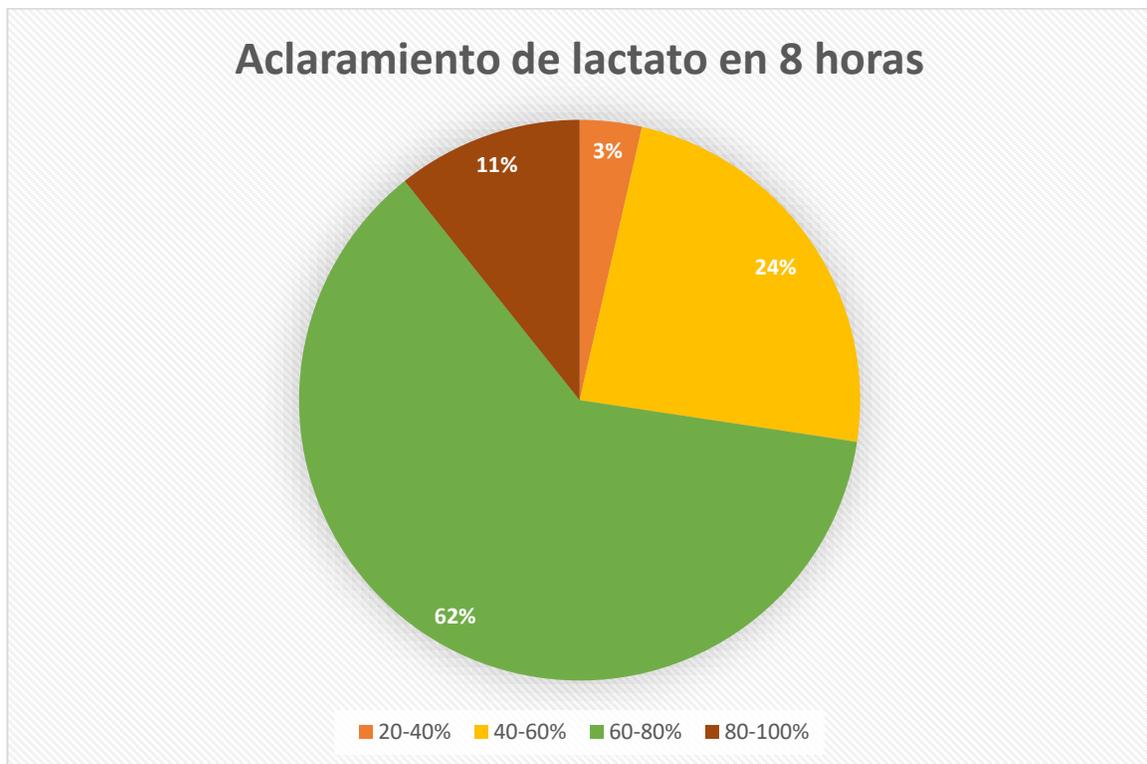
Posteriormente se evaluó el lactato en las tomas seriadas de gasometría, así como el tiempo en horas posterior al ingreso en el que se obtuvo una determinación nueva de lactato hasta que este fuera menor a 2mmol. Solo 10 pacientes es decir 11.9% presentaron depuración de lactato en las primeras 0 a 4 horas de ingreso, de las 4 a 8 horas depuraron lactato 8 pacientes siendo el 9.5% del total de los pacientes estudiados. Se encontró que 34 de los pacientes lo que equivale a un 40% de los pacientes estudiados depuro lactato en las primeras 8 a 12 horas, posteriormente 16 pacientes correspondiendo a 19% realizaron depuración de lactato entre las primeras 12-16 horas. De las 16 a 20 horas se encontraron 13 pacientes con 15.4% y por ultimo los de más de 20 horas fueron 3 pacientes equivaliendo a 3,5%. Tomando en cuenta que en varios pacientes habían presentado disminución de lactato y horas posteriores incremento de este. (Grafica 5)



**Grafica 5.** Tiempo en horas en lo que se logró la disminución de lactato menor de 2mmol en pacientes con hiperlactatemia por choque y traumatismos.

## Aclaramiento de lactato en pacientes con elevación de lactato y choque secundario a trauma.

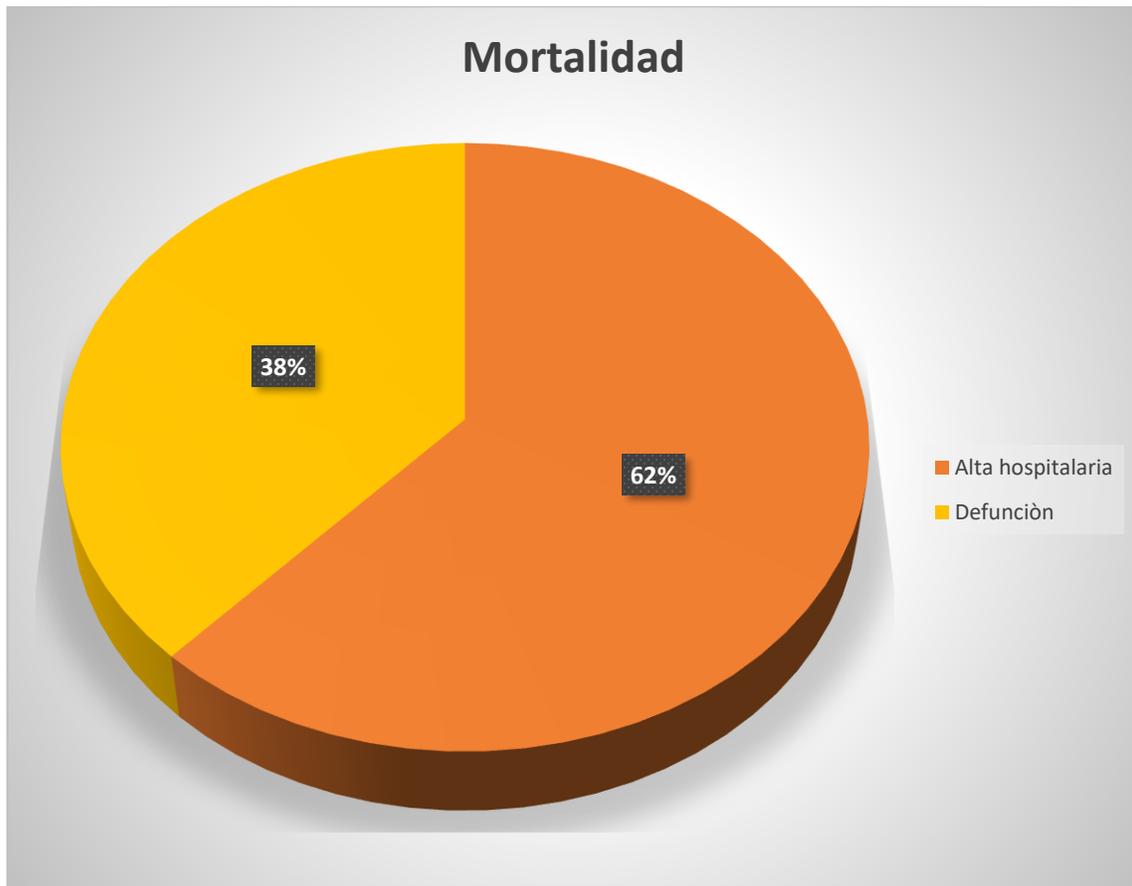
Para la evaluación de este apartado, se tomó en cuenta el lactato inicial y el lactato a las 8 horas de ingreso del paciente, se realizó mediante la fórmula para el aclaramiento de lactato la cual es el lactato inicial menos el lactato medido a las 8 horas por 100 entre el lactato de ingreso, obteniéndose el porcentaje el cual se presenta en la siguiente grafica. Se obtuvo que el 62% lo que corresponde a 52 pacientes presento aclaramiento de lactato del 60 al 80% en las primeras 8 horas. El 24% siendo 20 pacientes presento depuramiento de lactato del 40-60% en las primeras 8 horas. El 11% con 9 pacientes logro del 80 al 100% la depuración de lactato en las primeras 8 horas. Y el 3% con 3 pacientes presento aclaramiento de lactato de 20-40%. (Grafica 6).



**Grafica 6.** Porcentaje de depuración de lactato en las primeras 8 horas que se obtuvo de la fórmula de aclaramiento de lactato.

### **Mortalidad relacionada de la depuración de lactato con el choque hipovolémico secundario a trauma.**

En esta parte posterior a identificar el destino del paciente se investigo sobre el destino del paciente ya sea alta hospitalaria a domicilio o defunción del paciente. Se encontró que el 62% correspondiendo a 52 pacientes fueron egresados a domicilio, así como el 38% de los pacientes con 32 pacientes presentaron defunción en algún momento de su hospitalización.



**Grafica 7.** Índice de mortalidad de los pacientes relacionado con el aclaramiento de lactato en choque secundario a trauma.

## **XII DISCUSIÓN**

En este estudio donde se incluyeron 84 pacientes de los cuales el 79% corresponden al sexo masculino y 21% al sexo femenino, el grupo de edad de mayor frecuencia en el estudio se encontró de los 18 a los 40 años con edad media de los 33 años lo cual corresponde con lo que se ha descrito en la bibliografía y los estudios previos en cuanto al mayor grupo de edad afectado.

La obtención inicial de la elevación de lactato mediante gasometría se relacionó con la identificación de lesiones las cuales no son visibles como presencia de traumatismo abdominal, torácico o de pelvis hablando del aspecto de hemorragia interna y aquellos pacientes que cursaban con más de dos sitios afectados como craneoencefálico y torácico o cualquier otra combinación, con lo cual se tomó en cuenta para manejo definitivo de paciente, así mismo en el servicio de urgencias para realización de un adecuado tratamiento como el inicio de la etapa de reanimación ya sea con soluciones cristaloides o con la transfusión de concentrados eritrocitarios.

El realizar toma seriadas de gasometrías en determinado tiempo para la evaluación del lactato desde el ingreso del paciente sirvió para realizar un análisis si se pueden considerar una guía de reanimación para el pronóstico del paciente, en los pacientes en los que con el paso de tiempo el lactato presentaba disminución se concluyó que hubo una adecuada reanimación y que se tuvo resolución de la lesión que dio origen al traumatismo, los pacientes en los que persistía la elevación del lactato o este presentaba incremento se guio para búsqueda de otra lesiones ya que esta situación marca la literatura que presenta alta relación con hemorragia interna y mal pronóstico del paciente.

El haber evaluado el tiempo de depuración total de lactato sirvió para relacionarlo con lo que marca la literatura siendo mejor guía para la reanimación de paciente, sabiendo que lo ideal es presentar una depuración de lactato a las 6 horas para mejor pronóstico del paciente aunque cabe resaltar que algunas literaturas marcan que se considera aún adecuado el aclaramiento de lactato a las 24 horas, en nuestro estudio el 21.5% de los pacientes presento una depuración total del lactato a menor de 2mmol en la primeras 8 horas sin embargo se relacionaron con traumatismos de leves a moderados con una adecuada resolución de la causa y de estos los cuales ninguno presento defunción.

El 40% de los pacientes presento el aclaramiento de lactato completo hasta las 12 horas sin embargo cabe resaltar que en este grupo de pacientes algunos presentaron defunción. En los pacientes con más de 12 horas para lograr la depuración de lactato lo que equivale al 38% presentaron persistencia de la elevación de lactato o disminución de este y posterior incremento lo que ocasiono que se presentara mayor tiempo en horas para lograr el aclaramiento del lactato y por consiguiente retraso en el diagnostico de causas importantes de traumatismo como traumatismo abdominal.

En este estudio se decidió evaluar el porcentaje de aclaramiento de lactato a las 8 horas de ingreso del paciente mediante la fórmula de:  $\frac{\text{lactato inicial} - \text{lactato a las 8 horas}}{\text{lactato inicial}} \times 100$  obteniéndose un porcentaje el cual se graficó, dentro de los resultados en un 11% de pacientes presentaron adecuado tiempo de depuración de lactato en un 80-100% cabe resaltar que este número de pacientes es poco y algunos con traumatismos leves, el mayor porcentaje de 62% se encontró con depuración de lactato a las 8 horas del 60-80% lo que bibliográficamente nos hace pensar que aún se está en tiempo dentro de lo normal para lograr la depuración completa del lactato.

El 24% de los pacientes presentaron en las primeras 8 horas la depuración de lactato del 40-60% lo que dentro de la bibliografía ya se considera como no adecuado, el retraso de esta inadecuada depuración de lactato en los pacientes que se estudiaron se debió a causas como falta de identificación de la causa del choque hipovolémico por un trauma oculto, retraso en el tratamiento quirúrgico definitivo. En un 3% de los pacientes del estudio hubo una depuración de lactato del 0-40% principalmente con traumatismo múltiples que tuvieron defunción. Bibliográficamente se sugieren intervalos de cuantificación cortos entre 2 y 3 horas hasta la sexta a la novena hora, y una tasa de aclaramiento del 20% por hora lo que llega a 60% en 6 horas y varios estudios han evidenciado que la normalización del lactato dentro de las primeras 8 horas o el aclaramiento del lactato del 20% en las primeras 2 horas de ingreso disminuye la mortalidad, lo que se observó en nuestros primeros dos grupos de pacientes.

De los 84 pacientes estudiados, de manera final el 38% falleció y un 62% presento egreso de hospitalización a domicilio, cabe resaltar que dentro del grupo de pacientes que presentaron muerte se encontró el 27% de los pacientes que no lograron más del 60% de aclaramiento de lactato en las primeras 8 horas, el otro 11% que presento defunción fue por otras causas no relacionados con el motivo de ingreso del paciente.

## **XII CONCLUSIONES**

En México, debido al incremento de los traumatismos, así como la alta mortalidad y discapacidad en población de edad joven entre 20 a 35 años, se han realizado diferentes estudios donde nos muestran la correlación del lactato inicial, así como la depuración o aclaramiento de lactato en las primeras 8 horas con la identificación de lesiones mayores que ocasionen pérdida sanguínea, así como una adecuada guía de reanimación del paciente relacionado con el pronóstico y mortalidad del paciente. En el presente estudio se analizaron 84 pacientes con choque secundario a diferentes tipos de traumatismos que recibieron manejo inicial en el servicio de urgencias del Hospital General La Villa donde se detectó el lactato inicial y seriado obteniéndose la depuración de lactato mediante la fórmula de aclaramiento de lactato. Con esto se logra identificar y por lo tanto concluir la alta relación de la hiperlactatemia inicial y un porcentaje mayor del 20% por hora de aclaramiento de lactato en las primeras 8 horas con la presencia de una adecuada guía de reanimación en el paciente, con la presencia de lesiones ocultas como hemorragia interna y con el pronóstico del paciente e incluso la alta mortalidad, lo cual fue demostrado en este estudio lo que corresponde a lo ya descrito en la bibliografía y en los estudios que existen en los últimos 5 años.

### XIII BIBLIOGRAFIA

1. Bakker, J., Postelnicu, R., & Mukherjee, V. (2020). Lactate: Where Are We Now? *Critical Care Clinics*, 36(1), 115–124. <https://doi.org/10.1016/j.ccc.2019.08.009>
2. González, M., Morales, C. H., & Sanabria, Á. (2016). Aclaramiento de lactato como factor pronóstico en pacientes con traumatismo penetrante: Revisión sistemática de la literatura. *Revista Colombiana de Cirugía*, 31(1), 34–43.
3. Odom, S. R., Howell, M. D., Silva, G. S., Nielsen, V. M., Gupta, A., Shapiro, N. I., & Talmor, D. (2013). Lactate clearance as a predictor of mortality in trauma patients. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 74(4), 999–1004. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3182858a3e>
4. Wardi, G., Brice, J., Correia, M., Liu, D., Self, M., & Tainter, C. (2020). Demystifying Lactate in the Emergency Department. *Annals of Emergency Medicine*, 75(2), 287–298. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2019.06.027>
5. Freitas, A. D., & Franzon, O. (2015). Lactate as predictor of mortality in polytrauma. *Archivos Brasileños de Cirugía Digestiva: ABCD = Brazilian Archives of Digestive Surgery*, 28(3), 163–166. <https://doi.org/10.1590/S0102-67202015000300004>
6. Odom, S. R., Howell, M. D., Silva, G. S., Nielsen, V. M., Gupta, A., Shapiro, N. I., & Talmor, D. (2013). Lactate clearance as a predictor of mortality in trauma patients. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 74(4), 999–1004. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3182858a3e>
7. Jones, A. E. (2012). Lactate clearance in the acutely traumatized patient. *Anesthesiology*, 117(6), 1162–1164. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e31827334c2>
8. Ali, M., Morsy, K., Helal, M., & Ahmed, R. (2020). Role of blood lactate clearance in trauma patients. *International Journal of Surgery and Medicine*, 6(2), 1. <https://doi.org/10.5455/ijsm.blood-lactate-clearance-trauma-patients>
9. Lawton, L., Crouch, R., & Voegeli, D. (2016). Is lactate an effective clinical marker of outcome for children with major trauma? – A literature review. *International Emergency Nursing*, 28, 39–45. <https://doi.org/10.1016/j.ienj.2016.04.002>
10. Régnier, M. A., Raux, M., Le Manach, Y., Asencio, Y., Gaillard, J., Devilliers, C., Langeron, O., & Riou, B. (2012). Prognostic significance of blood lactate and lactate clearance in trauma patients. *Anesthesiology*, 117(6), 1276–1288. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e318273349d>
11. Heinonen, E., Hardcastle, T. C., Barle, H., & Muckart, D. J. J. (2014). Lactate clearance predicts outcome after major trauma. *African Journal of Emergency Medicine*, 4(2), 61–65. <https://doi.org/10.1016/j.afjem.2013.11.006>

12. Baxter, J., Cranfield, K. R., Clark, G., Harris, T., Bloom, B., Gray, A. J., & Kingdom, U. (2016). Do lactate levels in the emergency department predict outcome in. *81(3)*, 555–566. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001156>
13. Dekker, S. E., de Vries, H. M., Lubbers, W. D., van de Ven, P. M., Toor, E. J., Bloemers, F. W., Geeraedts, L. M. G., Schober, P., & Boer, C. (2017). Lactate clearance metrics are not superior to initial lactate in predicting mortality in trauma. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, *43(6)*, 841–851. <https://doi.org/10.1007/s00068-016-0733-y>
14. Baron, B. J., Nguyen, A., Stefanov, D., Shetty, A., & Zehtabchi, S. (2018). Clinical value of triage lactate in risk stratifying trauma patients using interval likelihood ratios. *American Journal of Emergency Medicine*, *36(5)*, 784–788. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2017.10.015>
15. Altunbas, E., Omercikoglu, S., Akoglu, H., & Denizbasi, A. (2018). Prognostic value of 2-hour lactate level and lactate clearance for 30-day mortality and comparison with trauma scores in multi-trauma patients. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, *34(3)*, 676–681. <https://doi.org/10.12669/pjms.343.14294>
16. Aslar, A. K., Kuzu, M. A., Elhan, A. H., Tanik, A., & Hengirmen, S. (2004). Admission lactate level and the APACHE II score are the most useful predictors of prognosis following torso trauma. *Injury*, *35(8)*, 746–752. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2003.09.030>
17. Laverde Sabogal, C. E., Correa Rivera, A. F., & Joya Higuera, A. Y. (2014). Lactate and base deficit in trauma: Prognostic value. *Colombian Journal of Anesthesiology*, *42(1)*, 60–64. <https://doi.org/10.1016/j.rcae.2013.09.002>
18. Davis, J. W., Dirks, R. C., Kaups, K. L., & Tran, P. (2018). Base deficit is superior to lactate in trauma. *American Journal of Surgery*, *215(4)*, 682–685. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2018.01.025>
19. Dezman, Z. D. W., Comer, A. C., Smith, G. S., Hu, P. F., Mackenzie, C. F., Scalea, T. M., & Hirshon, J. M. (2018). Repeat lactate level predicts mortality better than rate of clearance. *American Journal of Emergency Medicine*, *36(11)*, 2005–2009. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2018.03.012>
20. Umebachi, R., Taira, T., Wakai, S., Aoki, H., Otsuka, H., Nakagawa, Y., & Inokuchi, S. (2018). Measurement of blood lactate, D-dimer, and activated prothrombin time improves prediction of in-hospital mortality in adults blunt trauma. *American Journal of Emergency Medicine*, *36(3)*, 370–375. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2017.08.025>
21. Dezman, Z. D. W., Comer, A. C., Smith, G. S., Narayan, M., Scalea, T. M., & Hirshon, J. M. (2015). Failure to clear elevated lactate predicts 24-hour mortality in trauma

patients. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 79(4), 580–585. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000000810>

22. Lawton, L., Crouch, R., & Voegeli, D. (2016). Is lactate an effective clinical marker of outcome for children with major trauma? – A literature review. *International Emergency Nursing*, 28, 39–45. <https://doi.org/10.1016/j.ienj.2016.04.002>

23. Gale, S. C., Kocik, J. F., Creath, R., Crystal, J. S., & Dombrovskiy, V. Y. (2016). ScienceDirect A comparison of initial lactate and initial base deficit as predictors of mortality after severe blunt trauma. *Journal of Surgical Research*, 205(2), 446–455. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2016.06.103>

24. Care, C., & Bakker, J. (n.d.). 62 - Why is lactate important in critical care? In *EVIDENCE-BASED PRACTICE of CRITICAL CARE* (third edition). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-64068-8.00071-7>

25. Wettervik, T. S., Engquist, H., Howells, T., Rostami, E., Hillered, L., Enblad, P., & Lewén, A. (2020). Arterial lactate in traumatic brain injury – Relation to intracranial pressure dynamics , cerebral energy metabolism and clinical outcome. 60, 218–225. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2020.08.014>

26. Ferguson, B. S., Rogatzki, M. J., Goodwin, M. L., Kane, D. A., Rightmire, Z., & Gladden, L. B. (2018). Lactate metabolism: historical context, prior misinterpretations, and current understanding. In *European Journal of Applied Physiology* (Vol. 118, Issue 4). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3795-6>

27. Bloos, F., Zhang, Z., & Boulain, T. (2016). Lactate-guided resuscitation saves lives: yes. *Intensive Care Medicine*, 42(3), 466–469. <https://doi.org/10.1007/s00134-015-4196-0>

28. St John, A. E., McCoy, A. M., Moyes, A. G., Guyette, F. X., Bulger, E. M., & Sayre, M. R. (2018). Prehospital lactate predicts need for resuscitative care in non-hypotensive trauma patients. *Western Journal of Emergency Medicine*, 19(2), 224–231. <https://doi.org/10.5811/westjem.2017.10.34674>

29. Davis, J. W., Dirks, R. C., Kaups, K. L., & Tran, P. (2018). Base deficit is superior to lactate in trauma. *American Journal of Surgery*, 215(4), 682–685. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2018.01.025>

30. Dezman, Z. D. W., Comer, A. C., Smith, G. S., Hu, P. F., Mackenzie, C. F., Scalea, T. M., & Hirshon, J. M. (2018). Repeat lactate level predicts mortality better than rate of clearance. *American Journal of Emergency Medicine*, 36(11), 2005–2009. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2018.03.012>

31. Pino, R. M., & Singh, J. (2021). Appropriate Clinical Use of Lactate Measurements. *Anesthesiology*, 4, 637–644. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003655>