



UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD
AREA ACADEMICA DE MEDICINA



SECRETARIA DE SALUD DEL ESTADO DE HIDALGO
HOSPITAL GENERAL PACHUCA

PROYECTO TERMINAL

***“HIPERLACTATEMIA DE INGRESO COMO PREDICTOR DE MORTALIDAD EN LOS
PACIENTES POLITRAUMATIZADOS QUE INGRESAN AL ÁREA DE TRAUMA
CHOQUE DEL HOSPITAL GENERAL PACHUCA”***

**QUE PRESENTA EL MEDICO CIRUJANO
JAFET ABRAHAN PALMERO SANCHEZ**

**PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
“MEDICINA DE URGENCIAS”**

**ASESORES DEL PROYECTO TERMINAL
“M.C. ESP. ALFREDO GARCIA TELLEZ”
MEDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE URGENCIAS**

**ASESOR METODOLÓGICO HOSPITALARIO
“M.C. ESP. JORGE CASTELAN MELENDEZ”
ASESOR METODOLOGICO UNIVERSITARIO**

PACHUCA DE SOTO HIDALGO, NOVIEMBRE DEL 2018

De acuerdo con el artículo 77 del Reglamento General de Estudios de Posgrado vigente, el jurado de examen recepcional designado, autoriza para su impresión el Proyecto Terminal titulado

"HIPERLACTEMIA DE INGRESO COMO PREDICTOR DE MORTALIDAD EN LOS PACIENTES POLITRAUMATIZADOS QUE INGRESAN AL AREA DE TRAUMA CHOQUE DEL HOSPITAL GENERAL PACHUCA"

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE "MEDICINA DE URGENCIAS", QUE SUSTENTA EL MÉDICO CIRUJANO:

JAFET ABRAHÁN PALMERO SÁNCHEZ

PACHUCA DE SOTO HIDALGO, NOVIEMBRE DEL 2018

POR LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

M.C. ESP. ADRIÁN MOYA ESCALERA
DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS
DE LA SALUD

M.C. ESP. LUIS CARLOS ROMERO QUEZADA
JEFE DEL ÁREA ACADÉMICA DE MEDICINA

M.C. ESP. MARÍA TERESA SOSA LOZADA
COORDINADORA DE ESPECIALIDADES MÉDICAS

M.C. ESP. JORGE CASTELÁN MELÉNDEZ
ASESOR METODOLÓGICO UNIVERSITARIO

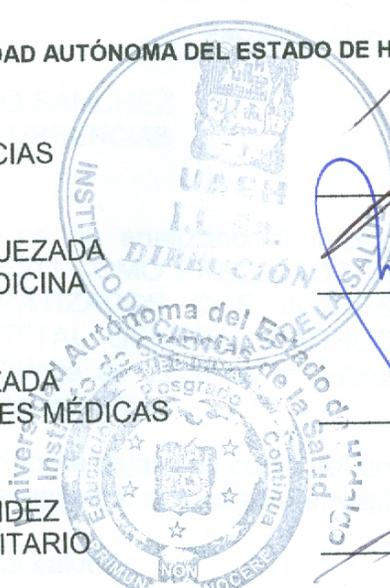
POR EL HOSPITAL GENERAL DE PACHUCA DE LA SECRETARÍA DE SALUD DE HIDALGO

M.C. ESP. FRANCISCO JAVIER CHONG BARREIRO
DIRECTOR DE UNIDADES MÉDICAS ESPECIALIZADAS
Y DIRECTOR DEL HOSPITAL GENERAL PACHUCA

M.C. ESP. SERGIO LÓPEZ DE NAVA Y VILLASANA
DIRECTOR DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN

M.C. ESP. JUAN JOSÉ REYES VALERIO
PROFESOR TITULAR DE LA ESPECIALIDAD
DE MEDICINA DE URGENCIAS

M.C. ESP. ALFREDO GARCÍA TÉLLEZ
MÉDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA DE URGENCIAS
ASESOR DEL PROYECTO TERMINAL



Handwritten signatures in black and blue ink, corresponding to the names of the university officials listed on the left.

Handwritten signatures in black ink, corresponding to the names of the hospital officials listed on the left.



**JAEH
BIBLIOTECA**



"#Dateunamano, el Cáncer de Mama es curable si se detecta a tiempo"

Dependencia: Secretaría de Salud
 U. Administrativa: Hospital General Pachuca
 Área Generadora: Departamento de Investigación
 No. De Oficio: 385/2018

Pachuca., Hgo, 30 de octubre de 2018

MC JAFET ABRAHÁN PALMERO SÁNCHEZ
 ESPECIALIDAD EN MEDICINA DE URGENCIAS
 P R E S E N T E

Me es grato comunicarle que se ha analizado el informe final del estudio: "HIPERLACTATEMIA DE INGRESO COMO PREDICTOR DE MORTALIDAD EN LOS PACIENTES POLITRAUMATIZADOS QUE INGRESAN AL ÁREA DE TRAUMA CHOQUE DEL HOSPITAL GENERAL PACHUCA" cumple con los requisitos establecidos por el Comité de Ética en Investigación, por lo que se autoriza la **Impresión de proyecto terminal**.

Al mismo tiempo le informo que deberá dejar una copia del documento impreso en la Dirección de Enseñanza e Investigación, la cual será enviada a la Biblioteca.

Sin otro particular reciba un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E

DR. SERGIO MUÑOZ JUÁREZ
 PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN
 DEL HOSPITAL GENERAL DE PACHUCA



Dr. Juan José Reyes Valerio. Profesor Titular de la Especialidad de Medicina de Urgencias.
 Dr. Alfredo García Téllez. Especialista en Medicina de Urgencias y Asesor de Tesis.

SMJ/EARI

Pachuca - Tulancingo 101, Col. Ciudad de los Niños,
 Pachuca de Soto, Hgo., C. P. 42070
 Tel.: 01 (771) 713 4649
 www.hidalgo.gob.mx Carr

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de todo corazón a mi esposa Lizbeth por siempre brindarme su apoyo de manera incondicional y por siempre impulsarme a alcanzar nuevas metas. Es cierto que, a su lado lo que es un largo camino se puede hacer breve y llevadero, un camino por el que siempre quiero ir a su lado. Gracias por ser mi ancla y la vela de mi barco que me ayuda a mantenerme firme y estable. Gracias por enseñarme que las pequeñas cosas son las más valiosas y que siempre es mejor tener un hombro donde llorar.

A mi madre por el apoyo que me dio para llegar a cumplir la meta de ser médico y que siempre me dio ánimo para seguir adelante, aunque las situaciones fueran difíciles. Gracias por no rendirte y por confiar en mí.

A Nicolás y Rosalba por estar al pendiente de los trámites de esta tesis y por correr para ayudarme a completar en tiempo y forma este documento.

A mis amigos: Luis Fernando, Ivette, Adriana, Paty, Marcos y Silvia Badillo, por el hecho de siempre estar en los momentos más difíciles de mi vida y por su apoyo incondicional en toda situación. Por abrirme las puertas de su casa, por ofrecernos alimentos, por darnos su amistad...

A mis adscritos del servicio de Urgencias por siempre tolerar mis enojos, por enseñarme que las cosas siempre se pueden hacer de diferentes modos, por compartir sus conocimientos sin esperar nada a cambio.

A mi asesor universitario, el Dr. Jorge Castelán por su enorme apoyo para poder concluir de manera exitosa este proyecto terminal y estar siempre disponible para auxiliarme.

A mis compañeros de residencia... Raymundo y Erika por haber sido parte de mi familia durante estos tres años. Por qué, a pesar de enojos entre nosotros, de peleas a muerte y de masquiñas mortales sobreviví gracias a su apoyo y me han dejado una gran enseñanza.

ÍNDICE

Resumen	1
I. Marco Teórico.....	3
II. Antecedentes.....	7
III. Justificación	16
IV. Planteamiento del problema	17
IV.1 Pregunta de investigación.....	17
IV.2 Objetivos.....	17
IV.3 Hipótesis.....	17
V. Material y Métodos	18
V.1 Diseño de investigación	18
V.2 Análisis estadístico de la información	18
V.3 Ubicación espacio temporal.....	18
V.3.1 Lugar	18
V.3.2 Tiempo	19
V.3.3 Persona.....	19
V.4 Selección de la población de estudio.....	19
V.4.1 Criterios de inclusión	19
V.4.2 Criterios de exclusión	19
V.4.3 Criterios de eliminación	19
V.5 Determinación de tamaño de muestra y muestreo	19
V.5.1 Tamaño de muestra	19
V.5.2 Muestreo	20
VI. Aspectos éticos.....	20
VII. Recursos humanos, físicos y financieros.....	20
VIII. Resultados.....	22
IX. Discusión	32
X. Conclusiones.....	33
XI. Recomendaciones	34
XII. Anexos	35
XIII. Bibliografía	41

RESUMEN

Objetivo. Determinar si los niveles de lactato sérico alto (mayor a 4 mmol/L) al ingreso se pueden usar como predictor de mortalidad en los pacientes politraumatizados que ingresan al área de trauma choque del Hospital General Pachuca.

Material y métodos. Se estudió a la población de pacientes politraumatizados que ingresó al área de choque del Hospital General Pachuca, los cuales presentaban hiperlactatemia encima de 2 mmol/L y se recabaron datos necesarios mediante encuesta. Se aplicaron los criterios de inclusión, exclusión y eliminación, se completó muestreo por cuotas hasta completar 57 pacientes. Se realizó análisis univariado con cálculo de medidas de tendencia central media, moda y mediana de las variables estudiadas, así como uso de las medidas de dispersión varianza, rango y desviación estándar. En el análisis bivariado de la información se usó el paquete estadístico SPSS para Windows y se usó la prueba de chi cuadrado para las variables de hiperlactatemia en grupo de sobrevivientes y no sobrevivientes, así como odds ratio para las diferentes determinaciones de lactato con los grupos de sobrevivientes y no sobrevivientes con IC a 95%. La sensibilidad y especificidad de la prueba se hizo sobre sí misma pues no hay un Gold Standard comparativo

Resultados: Se realizó prueba de contraste de hipótesis con Chi cuadrada. Con una $p=0.01$ con 2 grados de libertad según la tabla de valores de chi cuadrado se tiene un valor límite de 9.2104, y según el análisis realizado se obtiene un valor de 30.085. De tal modo que se puede concluir que dentro de un rango de 0 – 9.2104 el resultado obtenido se encuentra fuera de la zona de aceptación de hipótesis nula. Se encontró una relación estadísticamente significativa alta y directamente proporcional con un coeficiente de contingencia= 0.6, $p=0.01\%$. Se reporta un Odds Ratio para mortalidad en el grupo de hiperlactatemia moderada de 1.091 (IC: 0.967 – 1.231, $p=0.05$). Se reporta Odds Ratio para mortalidad en el grupo de hiperlactatemia severa de 4.33 (IC: 1.606 – 11.691, $p=0.05$), Se encuentra una sensibilidad de 100%, con una especificidad de 44.4% con un valor predictivo positivo de 32.4% y valor predictivo negativo del 100%.

Conclusiones. Se puede usar la hiperlactatemia mayor de 10 mmol/L como predictor de mortalidad. Se trata de una prueba poco específica pero muy sensible para predecir mortalidad.

Palabras clave: Politraumatizado, hiperlactatemia, predictor, mortalidad

I. MARCO TEÓRICO

Podemos definir el trauma como el daño intencional o no, causado al organismo por su brusca exposición a fuentes o concentraciones de energía química, mecánica, térmica, eléctrica o radiante que sobrepasan su margen de tolerancia, o a la ausencia de calor y oxígeno.¹

Dentro del trauma es importante definir el trauma múltiple o politrauma, el cual ocurre cuando hay compromiso de dos cavidades, cuando hay compromiso de una cavidad más una fractura mayor o cuando existen tres fracturas mayores o un Injury Severity Score (ISS)>16.²

Según Evans et al, entre 175 pacientes fallecidos por trauma, el 66% muere en la etapa prehospitalaria; un 27%, durante las primeras 24-48 horas de la internación y el resto, dentro de los 3-7 o más días de internación. Las principales causas de muerte son el traumatismo craneal y el choque hemorrágico.³

Desde el punto de vista fisiopatológico, el choque podría definirse como la falta de adecuación entre la capacidad cardiocirculatoria para entregar oxígeno a los tejidos y las necesidades metabólicas de estos para mantener las funciones y la estructura celular. Sobre la base de esta definición, podemos clasificar al choque con baja disponibilidad de oxígeno (hipovolémico y cardiogénico) y choque con disponibilidad normal o aumentada de oxígeno (séptico).⁴

El organismo tiene diferentes métodos de producción de energía, de las cuales la más importante es la glucólisis, a través de la cual hay una producción de 30 moles de adenosintrifosfato (ATP) al final de la vía, el cual se considera como la “moneda energética” del organismo.⁵

Sin embargo, para que dicha vía sea utilizable es importante la presencia de oxígeno. Dentro de la vía de obtención de energía, el piruvato es necesario que sea oxidado por el piruvato deshidrogenasa, tras lo cual es convertido a Acetil-CoA y mediante el ciclo de Krebs produce mediadores que, como resultado, producirán moléculas de ATP. Esta vía es la más rápida para la producción de energía.⁶

En ausencia de oxígeno, dicha vía se altera y el piruvato obtenido mediante el glucolisis es metabolizada por una vía alterna, la cual transforma el piruvato a lactato por medio de la fermentación por efecto de la enzima deshidrogenasa láctica. Sin embargo, dicha vía de producción de energía es poco viable pues produce solo una mínima cantidad de ATP, sólo 2 moléculas de ATP. El lactato excedente se usa en otras vías metabólicas como combustible metabólico a través del ciclo de Cori o del ciclo del ácido láctico.⁷

El lactato, al ser incapaz de ser metabolizado por oxidación y usarse en el ciclo de Krebs, inicia su acumulación, por lo que se convierte en un indicador sensible de hipoperfusión tisular, así como un indicador de la severidad del metabolismo anaerobio. Se considera hiperlactacidemia cuando se alcanza un nivel de 2 a 5 mmol/L, y acidosis láctica severa si es mayor a 5 mmol/L.⁸

Sin embargo, es importante notar que la hipoperfusión no es la única causa de hiperlactatemia. En 1976, Cohen y Woods desarrollaron un sistema de clasificación que divide la acidosis láctica en 2 categorías: tipo A (hipoxia hística) y tipo B (sin hipoxia tisular) y a su vez, la tipo B la divide en tres grupos B1 (trastornos sistémicos graves), B2 (relacionado a intoxicación con fármacos o toxinas) y B3 (errores congénitos del metabolismo).^{5, 7}

Tabla 1. Acidosis Láctica. Clasificación

1.- TIPO A: Estados de hipoperfusión e hipoxia

- a.- Choque cardiogénico
- b.- Choque hemorrágico
- c.- Choque séptico
- d.- Isquemia regional (ej. Mesentérica)

2.- TIPO B: Sin evidencia clínica de hipoperfusión.

a.- Enfermedades sistémicas (B1)

Crisis convulsivas tónico clónicas generalizadas, falla renal, insuficiencia hepática, neoplasias (leucemia, linfoma, cáncer de pulmón), deficiencia de tiamina, infecciones (sepsis, cólera, malaria), feocromocitoma, diabetes mellitus, anemia ferropénica severa, cetoacidosis alcohólica, pancreatitis, síndrome de intestino corto, intolerancia a lactosa.

b.- Drogas y toxinas (B2)

nutrición parenteral, alcohol y glicol (etanol, metanol, etilenglicol, propilenglicol) salicilatos, paracetamol, biguanidas (fenformina, metformina), beta adrenérgicos (adrenalina, ritodrina, teofilina), cocaína, halotano, nitroglicerina, isoniacida, ácido nalidixico, lactulosa, niacina, hierro, sulfasalacina, ácido valproico, alcoholes azucarados (fructosa, sorbitol y xilitol), antirretrovirales (zidovudina, lamivudine, stavudine, zalcitabina).

c.- Enfermedades hereditarias (B3)

Déficit de glucosa-6 fosfato (enfermedad Von Gierke), fructuosa 1-6 difosfatasa y piruvato carboxilasa, acidurias orgánicas, enfermedades de Leigh y de Alper, síndrome de Kearns – Sayre, encefalopatía mitocondrial (síndrome MELAS).

d.- Otras

Acidosis D-láctica, inexplicada

Cohen, R. and Woods, H. (1976). Clinical and biochemical aspects of lactic acidosis. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

Es importante mencionar que los niveles de lactato elevados y persistentes en la hiperlactatemia tipo A se ha asociado a una alta mortalidad.⁸

En la hiperlactatemia tipo B, es necesario mencionar al etanol como una de las principales causas, y que se encuentra relacionada con la pérdida de la relación NADH/NAD⁺ y que aumenta la fermentación del piruvato en lactato. Esta elevación del lactato suele ser moderada y no suele ser persistente.^{5,6}

La sepsis es el único tipo en el que no se puede englobar un determinado tipo de hiperlactatemia, pues contiene factores mixtos que llevan a la aparición de lactacidemia.⁹

La medición del lactato en sangre no ha mostrado diferencias significativas si se toma en sangre venosa o en sangre arterial. Sin embargo, si es importante que esta medición sea en sangre heparinizada y que sea procesada de manera inmediata, disminuyendo de esa manera la glucólisis post extracción. En caso de no poder procesarse las muestras es importante mantener a 4-8 C° para evitar la glucólisis de las muestras y de esa manera tener una muestra con falsas elevaciones del lactato.¹⁰

La medición del lactato en los gasómetros convencionales es por un método enzimático amperométrico en el cual hay una membrana permeable al lactato y que posee una

capa enzimática que descompone el lactato en H₂O y CO₂, tras lo cual se aplica corriente eléctrica, la cual da como resultado cierta intensidad, la cual es proporcional al nivel del lactato en sangre.^{7, 8}

II. ANTECEDENTES

Una de las mayores causas de morbimortalidad en los pacientes jóvenes en nuestro medio son traumatismos múltiples que pueden poner en riesgo la vida del paciente. A nivel mundial se estima que aproximadamente 5.8 millones de personas mueren debido a diversos traumatismos.¹¹ Siendo los accidentes de tráfico la décima causa de muerte a nivel mundial, con 1.3 millones de personas en el mundo, según cifras de la Organización Mundial de la Salud.¹² En México la incidencia de ingresos a la sala de urgencias por traumatismos ha aumentado de manera importante siendo los traumas penetrantes (por proyectil de arma de fuego o por instrumento punzocortante) y los accidentes de tránsito las dos causas más importantes de morbimortalidad. Según cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, la mortalidad por accidente de tráfico se ubicó en la cuarta posición y por agresión (homicidio) en octavo lugar.¹³

Sin embargo, a pesar de esto poco se habla del pronóstico que tienen los pacientes con politrauma a su ingreso a las salas de trauma choque. Hay escalas que nos ayudan a determinar la severidad del trauma, aunque no funcionan como un predictor de mortalidad. Una de estas escalas es el Índice de Severidad de Trauma, el cual da determinado puntaje a las lesiones observadas en las diferentes zonas del cuerpo; si dicho score llega a más de 16 puntos es considerado un paciente politrumatizado.¹⁴ Siendo esta escala útil al momento de clasificar al paciente mas no está relacionada con la mortalidad.

Lo más reciente en cuanto a escalas de clasificación en politrauma es la clasificación por déficit de base del año 2013, la cual no es predictiva sino como una escala que se encarga de clasificar choque hipovolémico y la necesidad de hemotransfusión temprana, aun cuando no hay datos de choque por clínica.¹⁵

Tabla 2. Nueva Clasificación por déficit de base para choque hipovolémico.

	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV
Choque	Sin choque	Bajo	Moderado	Severo
Base déficit al ingreso, mmol/L	≤ 2	> 2.0 a 6.0	> 6.0 a 10.0	> 10
Necesidad de hemocomponentes	Ninguno	Considerar uso de hemoderivados	Uso de hemoderivados	Estar preparados para transfusión masiva

Mutschler et al.: Renaissance of base deficit for the initial assessment of trauma patients: a base deficit-based classification for hypovolemic shock developed on data from 16,305 patients derived from the trauma Register DGU. CriticalCare 2013 17: R42.

Dado la fisiología del lactato, se han realizado estudios sobre su elevación en pacientes críticos. El campo más estudiado es la hiperlactatemia en el paciente con sepsis y choque séptico, ya que, es útil como marcador de hipoperfusión en los tejidos. Se ha demostrado que en pacientes que presentan elevación permanente de los niveles de lactato en sangre en pacientes sépticos o con choque séptico se asocia a una mortalidad más elevada.¹⁶ Se han asociado una disminución del lactato sérico y su aclaramiento del 50% como buen predictor de supervivencia y de egreso hospitalario.¹⁷ Se ha establecido como un buen predictor de mortalidad dentro de las primeras 6 horas posteriores al diagnóstico inicial una elevación permanente del lactato tomando como límite 24 horas para que haya una normalización de dichos niveles.¹⁸

Sin embargo, en pacientes en trauma se han estudiado poco los predictores pronósticos. Se han llevado a cabo estudios que hablan sobre el lactato y su elevación en pacientes politraumatizados y de su utilidad como predictor pronostico. El estudio más reciente es del 2016, donde se hace una recopilación de diversos estudios sobre el lactato en pacientes traumatizados.¹⁹ En dicho estudio se recopilan solo 12 estudios realizados sobre las mediciones del lactato y su relación en pacientes politraumatizados obteniendo resultados variables. Aunque estos no son los únicos estudios que se han realizado en este campo.

En un intento de relacionar la presencia de signos vitales alterados con el lactato se ha tenido poco éxito como predictor de mortalidad. Esta falla se debe en gran parte al hecho de que los primeros parámetros que se alteran son los parámetros bioquímicos como marcadores de hipoperfusión más que los signos vitales, esto dado que el organismo es capaz de compensar la hipovolemia secundaria al trauma.²⁰

Un estudio realizado en Estados Unidos relaciona el índice de choque, el cual toma como parámetros de medición la frecuencia cardíaca y la presión arterial sistólica, con la mortalidad en los pacientes de trauma. Los resultados que se obtienen de dicho estudio establecen una relación entre un índice de choque elevado con la mortalidad en todos los pacientes politraumatizados, mientras que un índice de choque menor se relaciona con mayor mortalidad de los pacientes con traumatismo craneoencefálico.²¹

Una de las relaciones que se ha establecido en el ámbito prehospitalario es el hecho de que niveles séricos de lactato por encima de 4 mmol/dl se han relacionado con mayor mortalidad si no se acude a un centro hospitalario de trauma. Además, estos niveles al ingreso suponen una mayor necesidad de eventos quirúrgicos de urgencia, falla orgánica múltiple y muerte.²²

La clasificación de déficit de base del año 2010 incluye una breve, pero no significativa, tabla en la que se relaciona el lactato medido con el grado de choque por déficit de base que presenta el paciente; sin embargo, dicha escala no es pronóstica y su utilidad resalta en el manejo inicial que se dará al paciente. De esta escala se desprende el uso de soluciones cristaloides o hemoderivados acorde al grado de choque que presenta el paciente.¹⁶

Tabla 3. Pacientes clasificados por déficit de base (clases I a IV): Hallazgos de laboratorio.

	<i>Clase I</i>	<i>Clase II</i>	<i>Clase III</i>	<i>Clase IV</i>
	BD ≤ 2.0 (Sin Choque)	BD > 2.0 a 6.0 (Leve)	BD > 6.0 a 10.0 (Moderado)	BD > 10.0 (Severo)
<i>Hemoglobina, g/dl</i>	12.8 (2.4)	11.8 (2.6)	10.6 (2.9)	9.1 (3.3)
<i>Plaquetas cm3/ml</i>	215 (74)	208(77)	193(81)	171(82)
<i>TPTa, segundos</i>	29.8(9."")	32.1(13.7)	39.0(23)	69.5(41.1)
<i>Lactato ,mmol/L</i>	2.5(4.3)	3.4(5.4)	5.1(8.4)	9.7(1.4)

Modificado de Mutschler et al.: Renaissance of base deficit for the initial assessment of trauma patients: a base deficit-based classification for hypovolemic shock developed on data from 16,305 patients derived from the TraumaRegister DGU. CriticalCare 2013 17: R42.

Un estudio realizado en Brasil en el año 2015 relaciona el lactato de ingreso y el proceso de aclaramiento del lactato en las primeras 6 horas de admitido el paciente en la sala de urgencias con la mortalidad. En su estudio reportan que los pacientes que ingresan con niveles elevados de lactato no se relacionan de manera directa con la mortalidad.²³ Un segundo estudio consultado ha determinado que los niveles de lactato sérico no se asocian a una mayor necesidad de hemotransfusión temprana o defunciones y no representan el estado de volemia del paciente, además de no funcionar como un indicador de choque hipovolémico.²⁴

A diferencia de estos, en un estudio llevado a cabo en Alemania si se encontró relación entre los niveles elevados de lactato y la necesidad de soporte ventilatorio, así como una mayor incidencia de falla orgánica múltiple (FOM) en las primeras horas tras el ingreso del paciente a la sala de trauma choque, lo que se relaciona de manera indirecta con la mortalidad. Relacionan de manera directa los niveles de lactato con el egreso hospitalario, siendo los pacientes con niveles más bajos de lactato al ingreso los que presenta un mayor número de egresos hospitalarios.²⁵

Algunos estudios de los más amplios en lo que respecta a predictores pronósticos si toman en cuenta los niveles séricos del lactato, déficit de base, escala de coma de Glasgow y el índice de severidad de trauma no presentado resultados concluyentes.^{15,16,26,27}

Algunos estudios se han basado en el SOFA como marcador pronóstico en pacientes con trauma a las 72 horas con resultados variables y de igual forma no son concluyentes.²⁸

Un factor de importancia a tomar en cuenta en lo que respecta a predictores pronósticos es que algunos de los pacientes se encuentran bajo efectos de bebidas etílicas, lo que pudiera elevar los niveles de lactato en los pacientes y hacer que sea confuso la elevación del lactato sanguíneo. Incluso afectar otras escalas pronosticas como la escala de coma de Glasgow en pacientes con traumatismo craneoencefálico.²⁹ Sin embargo, a pesar de este hecho, en este estudio se sigue apoyando la idea de que el lactato es útil como marcador pronóstico de mortalidad en los pacientes que se encuentran alcoholizados, aunque se sugiere tener otros marcadores de hipoperfusión.^{26,29}

Dentro de este campo poco estudiado algunos autores han tenido buenos resultados en lo que se refiere a relacionar el aclaramiento de lactato con la mortalidad.^{27,30,31,32} La mayoría de estos estudios hacen dos tomas de muestra: una a las 6 horas y la segunda a las 12 horas en las que se observa la disminución de los niveles de lactato y asocian a una mayor mortalidad cuando este no disminuye en las primeras 6 horas ya iniciada la reanimación hídrica. Algunos autores incluso hacen un seguimiento a las 24 horas donde se demuestra el mismo resultado.³³ De hecho, en ese estudio se asume como de mayor importancia la normalización del lactato mediante una adecuada reanimación hídrica y con hemocomponentes.³²

Se le ha considerado la hora dorada y el día de plata al periodo de tiempo en el que se espera que haya una buena reanimación y, por consiguiente, una adecuada disminución de los niveles de lactato, lo que se traduce en una mejor supervivencia de los pacientes.^{26,34} Y aunque el artículo no es reciente, este no ha perdido su valor en lo

que respecta a la atención primordial del paciente politraumatizado y el mejorar su pronóstico de sobrevida.³⁴

Sin embargo, a pesar de que el paciente se encuentre dentro de la hora dorada para iniciar terapia de reanimación hídrica y con hemocomponentes, mucho de los resultados depende de la población que se pretende estudiar.²⁵ Lo que sí se ha demostrado de manera clara que se encuentra relacionado como predictor de mortalidad es la diferencia entre la hiperlactatemia prehospitalaria y la hiperlactatemia de ingreso a la unidad. Esta diferencia es significativa, pues la respuesta metabólica al trauma es diferente acorde al grupo etario; una segunda diferencia es la capacidad de atención prehospitalaria.²⁵ Se hace hincapié en las diferencias de población como causa de la diferencia entre otras series de estudios analizados.

Es por ello por lo que algunos de los estudios analizados difieren grandemente en opiniones sobre el uso del lactato como predictor de mortalidad en los pacientes con politraumatismo severo. Mientras que algunos abogan por el aclaramiento del lactato como predictor de mortalidad, otros defienden el hecho de usar el lactato de ingreso como predictor de mortalidad y, otros más, niegan el uso de hiperlactatemia como predictor independiente de la mortalidad.^{27, 30, 31, 32, 33, 34}

Chebl realizó un estudio retrospectivo unicéntrico en un hospital de atención terciaria en pacientes que acudieron al servicio de urgencias entre 2014 y 2016, se incluyó a un total de 450 pacientes los cuales fueron estratificados en tres niveles de lactato: < 2mmol/l, entre 2.1-4 mmol/l, y > 4mmol/L. los resultados incluyeron la mortalidad hospitalaria a las 72 horas. La mortalidad fue de: 4 pacientes (2.7%), en los pacientes de lactado bajo, de 18 (12%) en los pacientes de lactato medio y 61 (40.7%) en los pacientes con lactato alto, los pacientes con lactato intermedio y alto tenían 7.13 (IC 95% 2.22-22.87 P=0.001) Y 29.48 (IC 95% 9.75-89.07 P = <0.001) mayores probabilidades de mortalidad intrahospitalaria respectivamente.³⁵

Los pacientes que han experimentado un trauma generalmente desarrollan choque hipovolémico, que determina diferentes niveles de hipoperfusión tisular. La determinación de los niveles de lactato se ha utilizado como un biomarcador confiable en la evaluación de la magnitud de la hipoperfusión. Además, se ha establecido que el

aclaramiento láctico en las primeras 6 horas tiene valor como medida pronóstica para la tasa de mortalidad de estos pacientes. Durante el periodo del 2010 y 2014 se realizó un estudio de cohorte longitudinal observacional con pacientes politraumatizados ingresados en la unidad de cuidados críticos intensivos de la clínica universidad de la Sabana. Resultados de los 233 pacientes atendidos en este periodo, la estancia hospitalaria para los no sobrevivientes fue de 4.7 días, las tres mediciones de lactato que se realizaron se asociaron a la mortalidad a los 7 días, teniendo mayor capacidad de discriminación el valor del lactato a las 24 horas con un punto de corte de 2.35 y un OR de 1.65 (IC 95% 1,27-2,13).³⁶

Este estudio retrospectivo comparó cuatro medidas métricas del aclaramiento del lactato, en pacientes con trauma, las mediciones se hicieron utilizando tres métodos para el cálculo del aclaramiento de lactato, concluyeron que una única medición inicial de lactato puede ser una herramienta más clínicamente útil para predecir la mortalidad que el aclaramiento de lactato.³⁷

El síndrome de disfunción orgánica múltiple en pacientes con traumatismo grave es una complicación frecuente y devastadora en los servicios de urgencias, el objetivo de este estudio fue desarrollar un instrumento para predecir el desarrollo de este síndrome utilizando datos clínicos y de laboratorio en las que se incluye el nivel de lactato, en las primeras 24 horas después del trauma. El alto nivel de lactato (> 2.75 mmol/L) represento un parámetro de importancia para el empeoramiento de la función corporal.

³⁸

El lactato es un biomarcador utilizado principalmente en trauma y sepsis. En el primer escenario está asociado a una respuesta por hipoxia tisular debido a la acumulación de su precursor, piruvato. El incremento se ha correlacionado con mayor mortalidad en varios tipos de choque, pero, además, la facilidad o dificultad para normalizar este parámetro durante la reanimación, se correlaciona estrechamente con la supervivencia, y con la falla orgánica múltiple.³⁹

Del cóndor Atoche evaluó si el aclaramiento de lactato dentro de las 24 horas de la admisión de paciente con trauma es un predictor de mortalidad, los resultados fueron los siguientes; la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo

negativo del aclaramiento de lactato fue de 85%, 28%, 27.42% y 93.33% respectivamente. El rendimiento diagnóstico del aclaramiento de lactato fue 74.90%, es decir consideraron que el aclaramiento de lactato mostro un buen rendimiento diagnostico en predecir mortalidad.⁴⁰

Al evaluar el lactato entre dos grupos de pacientes (supervivientes y no supervivientes con diagnóstico de traumatismo cerrados gravemente lesionados, se observó que el grupo de no sobrevivientes mostro lactato elevado. El nivel de lactato de 3.4 mmol/L o más fue 82% sensible y 75% específico para predecir la muerte intrahospitalaria. Los niveles de lactato al ingreso indican una hipoperfusión oculta más severa en los no sobrevivientes.⁴¹ Siendo más frecuente el uso de lactato y déficit de base marcadores de hipoperfusión sostenida oculta que se asocia a mayor mortalidad.⁴²

En Estados Unidos se llevó a cabo un estudio realizado en los Estados Unidos con 314 pacientes se demostró que la medición de los niveles de lactato prehospituarios mayores a 2.5 mmol/l se asociaron a un mayor riesgo de requerir tratamiento quirúrgico en las 6 horas posteriores a su ingreso a la sala de urgencias o de presentar paro cardiaco y muerte en el mismo periodo de tiempo. Se calculó una sensibilidad de 74.6% y especificidad de 53.4%.⁴³

Incluso el uso de la medición de lactato prehospituario fue de mayor valor pronóstico frente al uso del índice de Severidad del Trauma (ISS) o del Índice de Choque (SI) como predictor de requerir tratamiento quirúrgico urgente y de mortalidad en la sala de urgencias. Se valoraron a 387 pacientes con lactato elevado por encima de 2.5 mmol/l estimaron un área bajo la curva de 0.78 (IC 95% 0,73-0.83) y que requirieron cuidados de reanimación (tratamiento quirúrgico en las 6 horas posteriores a su ingreso a la sala de urgencias o de presentar paro cardiaco y muerte en el mismo periodo de tiempo) siendo estadísticamente superior solo al uso de los signos vitales (0.59; IC 95%, 0.53-0.66) y al índice de choque (0; IC 95%, 0.60-0.74).⁴⁴

Otro estudio realizado en el año 2010 en Estados Unidos hecho por Vandromme y cols en donde se incluyen 3200 pacientes, se determina que aquellos pacientes en quienes encontraron niveles séricos de lactato elevado a nivel prehospituario tuvieron mayor

riesgo de muerte y de mayor número de concentrados eritrocitarios (6 concentrados en promedio). Por lo que el lactato fue buen predictor de mortalidad. ⁴⁵

Un metaanálisis del año 2016 que recaba a 44,154 pacientes en 8 países entre 1997 y 2016 si relaciona de manera directa la presencia de niveles séricos de lactato con un elevado riesgo de mortalidad. De este metaanálisis reportan 10 estudios en los que se halla una relación con niveles de lactato bajos con un mejor pronóstico de ingreso, independiente del grado de severidad del trauma. Sin embargo, recomiendan usar los niveles séricos de lactato junto con otros biomarcadores e índices de severidad. Así mismo la medición del aclaramiento de lactato también pudiera ser útil como predictor pronóstico de mortalidad. ⁴⁶

III. JUSTIFICACIÓN

Mucho se ha dicho sobre las diferencias de los puntos de vista sobre la hiperlactetemia y su uso en pacientes con trauma múltiple. Los estudios que hay son en exceso controversial y diametralmente opuesto los resultados.

Dadas estas circunstancias es importante llevar a cabo esta investigación con el fin de determinar si la hiperlactetemia puede ser usada como un predictor pronóstico de mortalidad en el corto plazo, tomando en cuenta que muchas veces los pacientes politraumatizados se encuentran bajo los efectos de bebidas etílicas y otras sustancias que pudieran alterar dichos niveles séricos.

El realizar este estudio nos dará una mayor perspectiva pronostica con respecto a los pacientes que ingresan al área de trauma choque y del pronóstico de nuestro paciente a su ingreso, independientemente de que estos se encuentren bajo efectos de bebidas etílicas.

De igual manera, se relacionarán los niveles de lactato al ingreso con la mortalidad y su uso como predictor pronóstico en el corto plazo, tomando como límite 24 horas.

En el área de trauma choque del Hospital General Pachuca se atienden pacientes críticos politraumatizados de manera inicial por lo que es necesario contar con un predictor de mortalidad en el corto plazo que se pueda obtener en el menor tiempo y que sea confiable y con un menor costo.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la comunidad médica se ha presentado el hecho de que se requiere una escala o predictor pronóstico que permita tomar decisiones adecuadas a la hora de tratar un paciente. Con respecto a la hiperlactatemia, sabemos que funciona como un buen marcador de hipoperfusión tisular; sin embargo, no son pocos los estudios de investigación que respaldan el hecho de que la hiperlactatemia, sea de ingreso o por su aclaramiento sirven como predictor pronóstico. Llama la atención el hecho de que los resultados dependen de la comunidad donde se encuentre y de la atención prehospitalaria brindada. En nuestro país no hay datos concretos sobre la hiperlactatemia y su relación con la mortalidad. Es por eso por lo que se plantea la siguiente pregunta de investigación:

IV.1 Pregunta de investigación

¿La hiperlactatemia de ingreso es un buen predictor de mortalidad en los pacientes politraumatizados que ingresan al área de trauma choque del hospital General Pachuca?

IV.2 Objetivos

Objetivo general: Determinar si los niveles de lactato sérico alto (mayor a 4 mmol/L) al ingreso se pueden usar como predictor de mortalidad en los pacientes politraumatizados que ingresan al área de trauma choque del Hospital General Pachuca.

Objetivos específicos:

- Determinar los niveles de lactato sérico al ingreso del paciente politraumatizado a sala de trauma choque.
- Relacionar el nivel de lactato sérico de los pacientes politraumatizados al ingreso con la mortalidad del paciente a las 24 horas de su ingreso.

IV.3 Hipótesis

- *Hipótesis nula*

- Un nivel sérico de lactato mayor de 4mmol/L al ingreso no es buen predictor de mortalidad en pacientes que ingresan politraumatizados al área de trauma choque a las 24 horas de su ingreso.

Hipótesis alterna

- Un nivel sérico de lactato mayor de 4mmol/L al ingreso es buen predictor de mortalidad en pacientes que ingresan politraumatizados al área de trauma choque a las 24 horas de su ingreso.

V. MATERIAL Y MÉTODOS

V1. Diseño de investigación

- Prospectivo
- Transversal
- Descriptivo
- Observacional
- Analítico

V.2. Análisis de la información

Se realizó análisis univariado con cálculo de medidas de tendencia central media, moda y mediana de las variables estudiadas, así como uso de las medidas de dispersión varianza, rango y desviación estándar. En el análisis bivariado de la información se usó el paquete estadístico SPSS para Windows y se usó la prueba de chi cuadrado para las variables de hiperlactatemia en grupo de sobrevivientes y no sobrevivientes, así como odds ratio para las diferentes determinaciones de lactato con los grupos de sobrevivientes y no sobrevivientes con IC a 95%. La sensibilidad y especificidad de la prueba se hizo sobre sí misma pues no hay un Gold Standard comparativo; no se cuenta con una escala similar, pues siendo SOFA y APACHE II predictores de mortalidad en Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) a las 48 hora de admisión, pero no en sala de choque.

V.3. Ubicación espacio temporal

V3.1 Lugar

Se realizó el estudio en la sala de trauma choque del área de Urgencias del Hospital General de Pachuca, que se encuentra localizado en el Estado de Hidalgo.

V.3.2 Tiempo

Se realizó el estudio iniciando en el mes de enero de 2018 con inicio de recolección de muestra en el mes de junio de 2018, recolectando la muestra completa en el mes de agosto de 2018, análisis de la información y entrega del reporte final en el mes de septiembre de 2018.

V.3.3 Persona

Se realizó el estudio en pacientes politraumatizados que ingresaron al área de trauma choque.

V.4. Selección de la población de estudio

V.4.1 Criterios de inclusión

- Pacientes mayores de 18 años.
- Pacientes que presentaron la afección de 2 o más órganos y/o sistemas con traumatismo a su ingreso a la sala de trauma choque del Hospital General Pachuca.
- Pacientes que contaron con gasometría arterial al ingreso.
- Pacientes con un Índice de Severidad de Trauma (ISS) mayor de 16 puntos.
- Pacientes con lactato al ingreso superior a 2 mmol/litro

V.4.2 Criterios de exclusión

- Pacientes que ingresaron a sala de choque en maniobras de reanimación.
- Pacientes menores de edad

V.4.3 Criterios de eliminación

- Pacientes que no contaron con consentimiento informado firmado autorizando incluirse en el estudio.
- Pacientes que fueron trasladados a otra unidad hospitalaria.

V.5.- Determinación del tamaño de muestra y muestreo

V.5.1.- Tamaño de la muestra:

Se determinó el tamaño de la muestra del estudio en base a la fórmula para calcular una proporción.

Tamaño muestral para estimar una proporción

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2}$$

Donde:

- ◇ $Z_{\alpha}^2 = 1.96^2$ (ya que la seguridad es del 95 %)
- ◇ p = proporción esperada (en este caso 18 % = 0.18).
- ◇ $q = 1 - p$ (en este caso $1 - 0.18 = 0.82$)
- ◇ d = precisión (en este caso deseamos 10)

El tamaño de muestra fue de 57 pacientes. Esto en base al estudio realizado por Odom Et al. donde se estima una mortalidad de 18% en un estudio similar realizado en Estados Unidos.³⁰

V.5.2.- Muestreo:

Se llevó a cabo muestreo por cuotas, ingresando los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión y que no fueron eliminados por los criterios de exclusión hasta completar la muestra calculada de 57 pacientes.

VI. ASPÉCTOS ÉTICOS

Según el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, Artículo N° 17 (Anexo 1), esta Investigación se clasificó con riesgo nulo. Para identificar a los pacientes en las bases de datos se utilizará su número de expediente. El acceso a la información solo la tendrán los investigadores. Se usó consentimiento informado firmado por parte de los pacientes y/o familiares del paciente. (Anexo 2)

VII. RECURSOS HUMANOS, FÍSICOS Y FINANCIEROS

Recursos Humanos: Residente de tercer año, investigador principal.

Recursos Físicos: Gasometría arterial, la cual se realizó en el gasómetro que se encuentra en el laboratorio del Hospital General Pachuca.

Financieros:

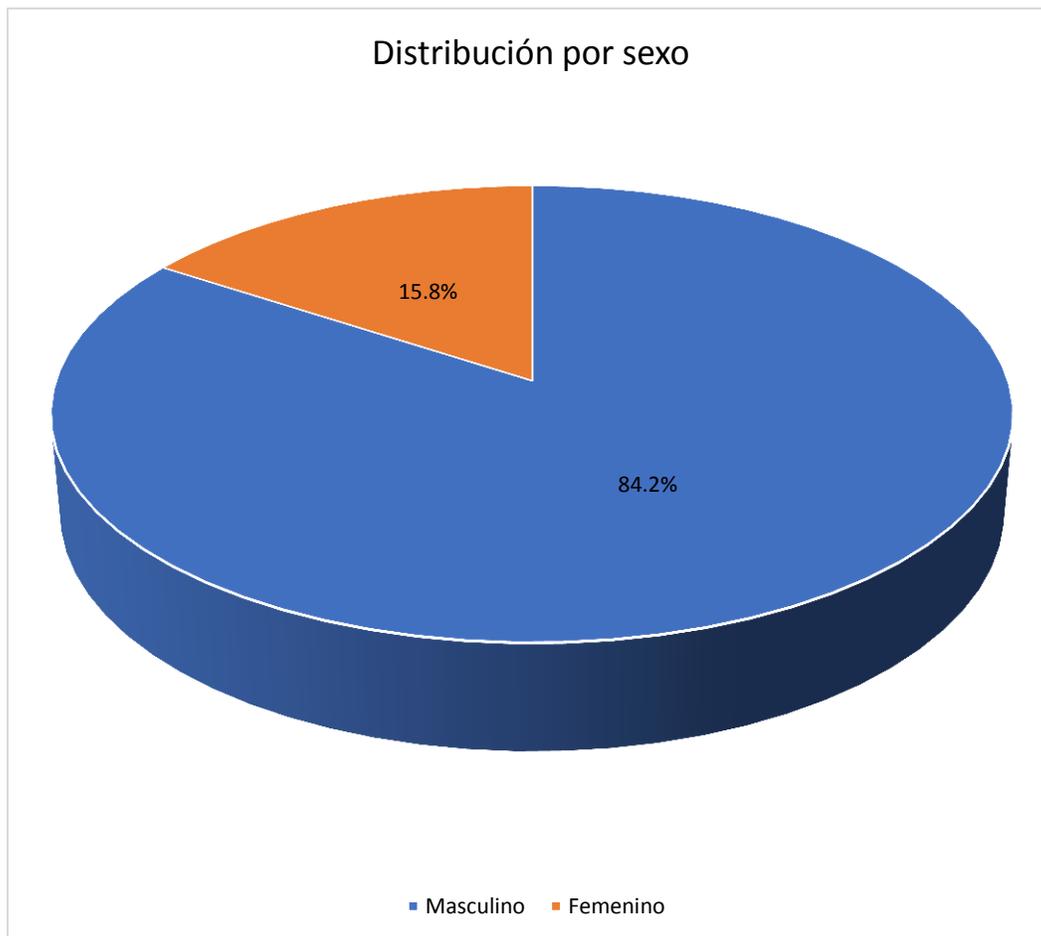
- Se realizó un gasto por parte del investigador para la adquisición de las hojas blancas, tinta, lapiceros y copias. Gastos \$ 500.00
- Se realizó la gasometría arterial al ingreso, la cual se tomó como parte del protocolo de atención del paciente politraumatizado. Gasto: \$700.00 por estudio gasométrico.
 - El costo de la gasometría fue cubierto por el paciente en la cuenta final.
 - Es un estudio que se toma de forma rutinaria a todo paciente politraumatizado por parte del médico interno de pregrado y/o por parte de los médicos residentes de urgencias.
 - La gasometría se realizó como parte del protocolo de atención del paciente politraumatizado por lo que solo se recabó la información del expediente clínico.
 - Dicha muestra de gasometría fue procesada por personal de laboratorio, previo llenado de la solicitud correspondiente, en el laboratorio del Hospital General Pachuca.
- Costo total del estudio: \$40,400.00

VIII. RESULTADOS

Pacientes politraumatizados ingresados a la sala de choque según sexo

Se recolectó la muestra calculada en los meses indicados según cronograma, siendo de junio, julio y agosto de 2018. Se contó con los 57 pacientes, todos mayores de 18 años, los cuales fueron ingresados con diagnóstico de politrauma a sala de trauma choque. De estos 57 pacientes se puede observar que la mayor parte de los pacientes son de sexo masculino 84.2% y 15.8% son de sexo femenino. (Gráfica 1)

Gráfica 1. Distribución por sexo de los pacientes politraumatizados que ingresaron al área de trauma choque del Hospital General Pachuca de Junio a Agosto de 2018

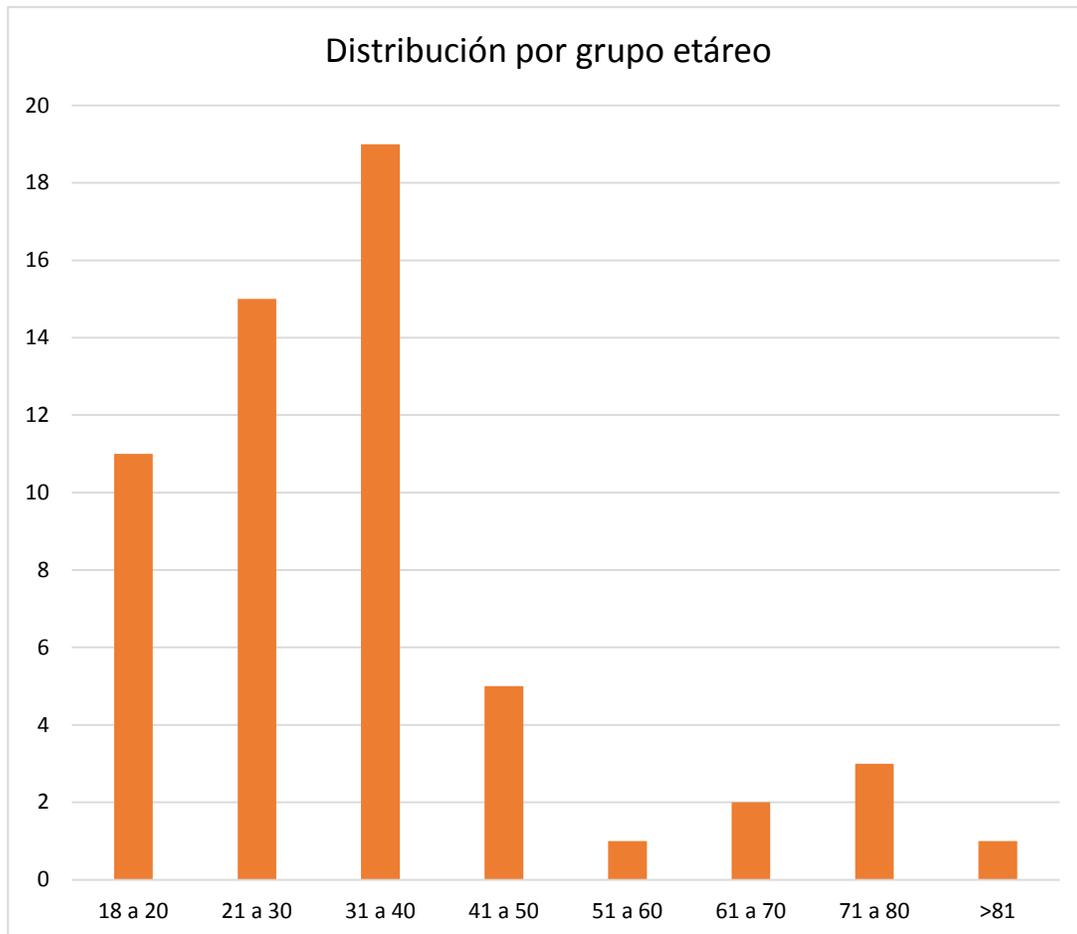


Fuente: Encuesta

Pacientes politraumatizados ingresados a la sala de choque según edad

Los pacientes politraumatizados que ingresaron al área de trauma choque del Hospital General Pachuca fueron clasificados de acuerdo a edad y en grupos etáreos de 10 años a excepción del primer grupo que solo es de 2 años. La mayor parte de los pacientes tuvieron entre 31 y 40 años, seguido por el grupo de 21 a 30 años. (Gráfica 2) La menor cantidad de pacientes es en los grupos de 51 a 60 años y mayores de 80 años, con solo un paciente cada uno. El promedio de edad de los pacientes fue de 34.2 años, con una Moda de 18 y mediana de 34 años.

Gráfica 2. Distribución por grupo etáreo de los pacientes politraumatizados que ingresaron al área de trauma choque del Hospital General Pachuca de Junio a Agosto de 2018

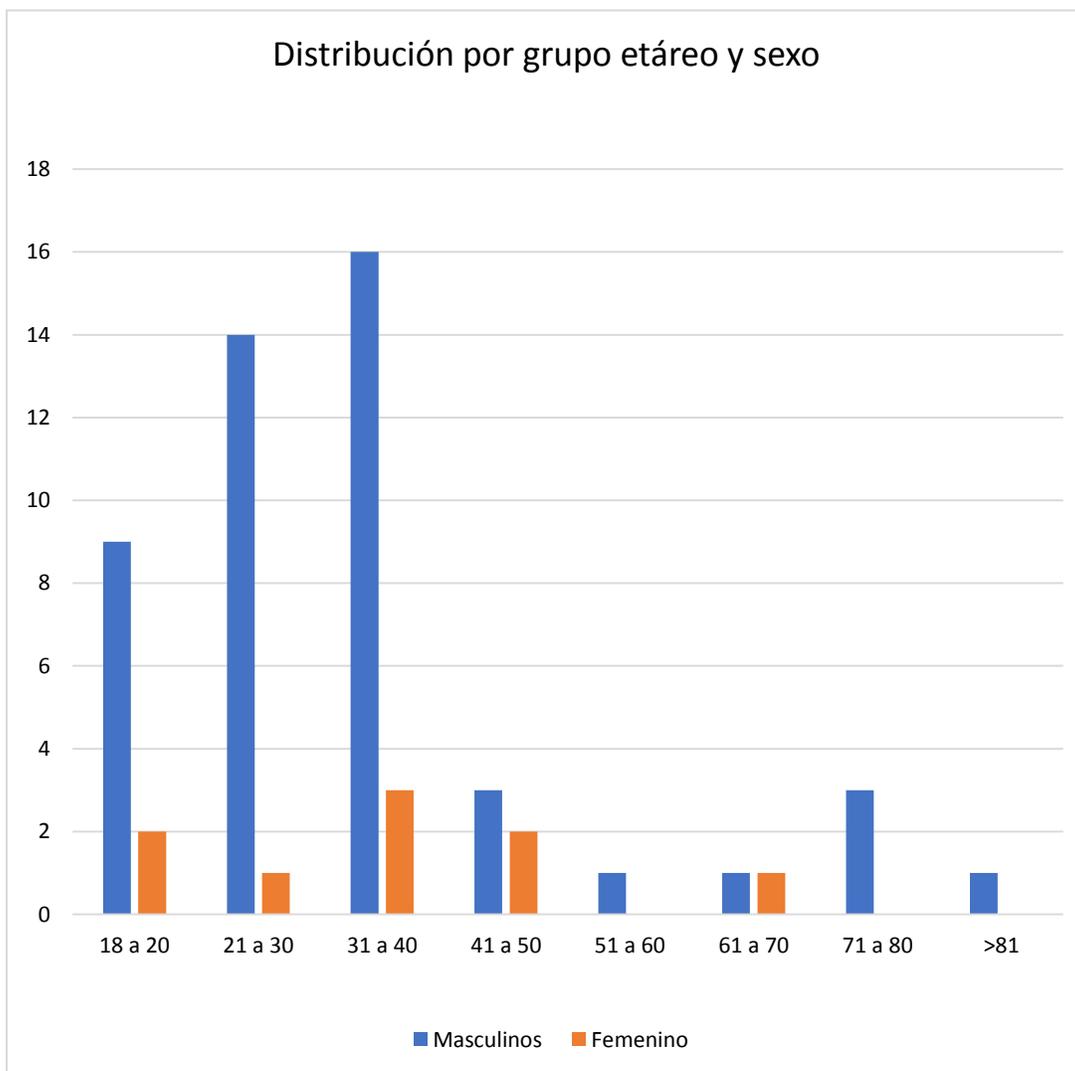


Fuente: Encuesta

Pacientes politraumatizados ingresados a la sala de choque según edad y sexo

Los pacientes politraumatizados que ingresaron al área de trauma choque del Hospital General Pachuca se clasificaron en base a sexo por grupo etáreo en donde se observa un predominio del sexo masculino en todos los grupos etáreos. (Gráfica 3) Se observa ausencia de femeninos en los grupos etáreos de 51 a 60 años, de 71 a 80 años y en mayores de 81 años.

Gráfica 3. Distribución de sexo por grupo etáreo de los pacientes politraumatizados que ingresaron al área de trauma choque del Hospital General Pachuca de Junio a Agosto de 2018

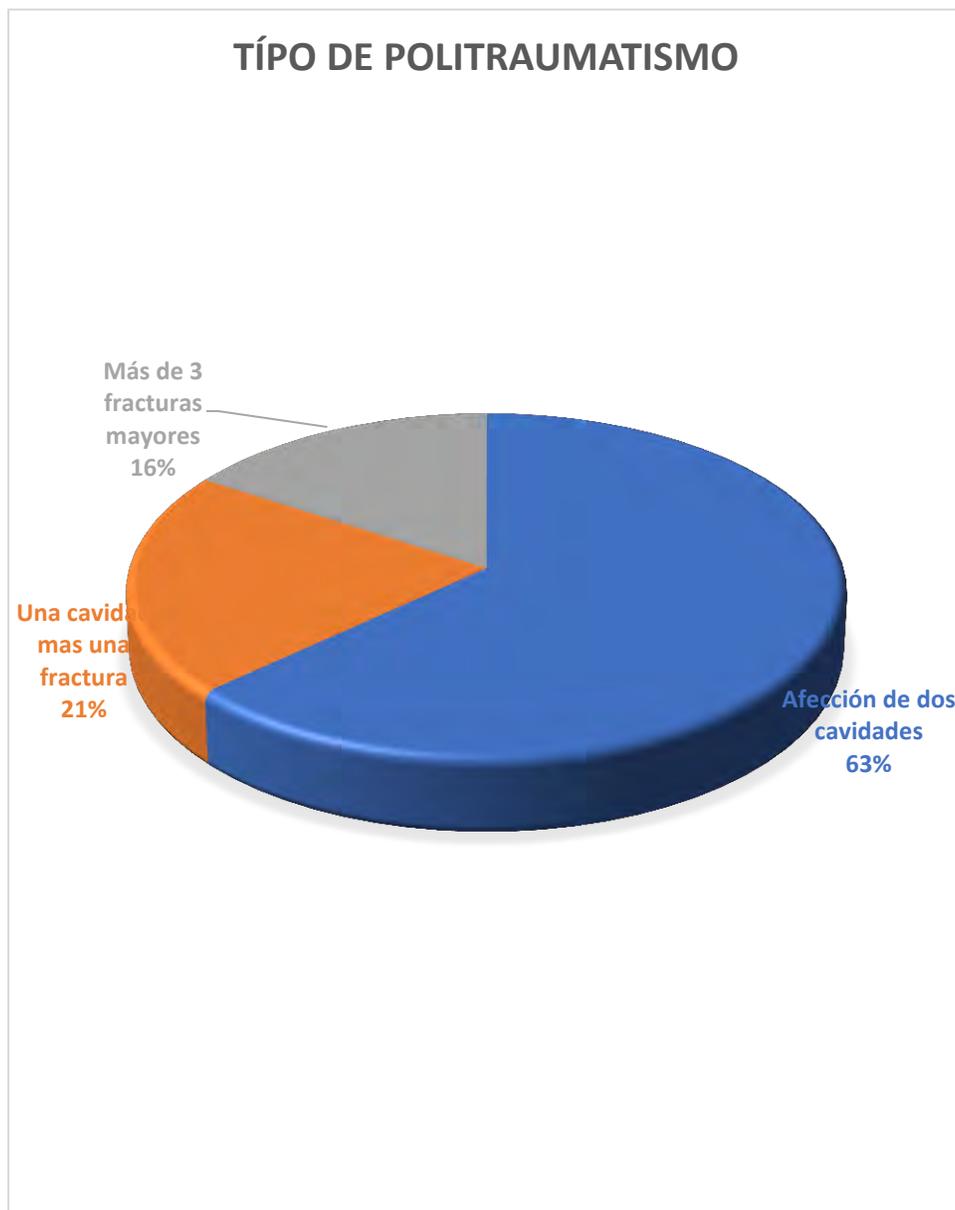


Fuente: Encuesta

Tipo de politraumatismo de pacientes ingresados al área de trauma choque

De los pacientes ingresados al área de trauma choque del Hospital General Pachuca con diagnóstico de politraumatismo se observa mayor afección de dos o más cavidades, seguido de afección de una cavidad con una fractura y siendo el menor la presencia de 3 fracturas mayores. (Gráfica 4)

Gráfica 4. Tipo de traumatismo de los pacientes politraumatizados que ingresaron al área de trauma choque del Hospital General Pachuca de Junio a Agosto de 2018

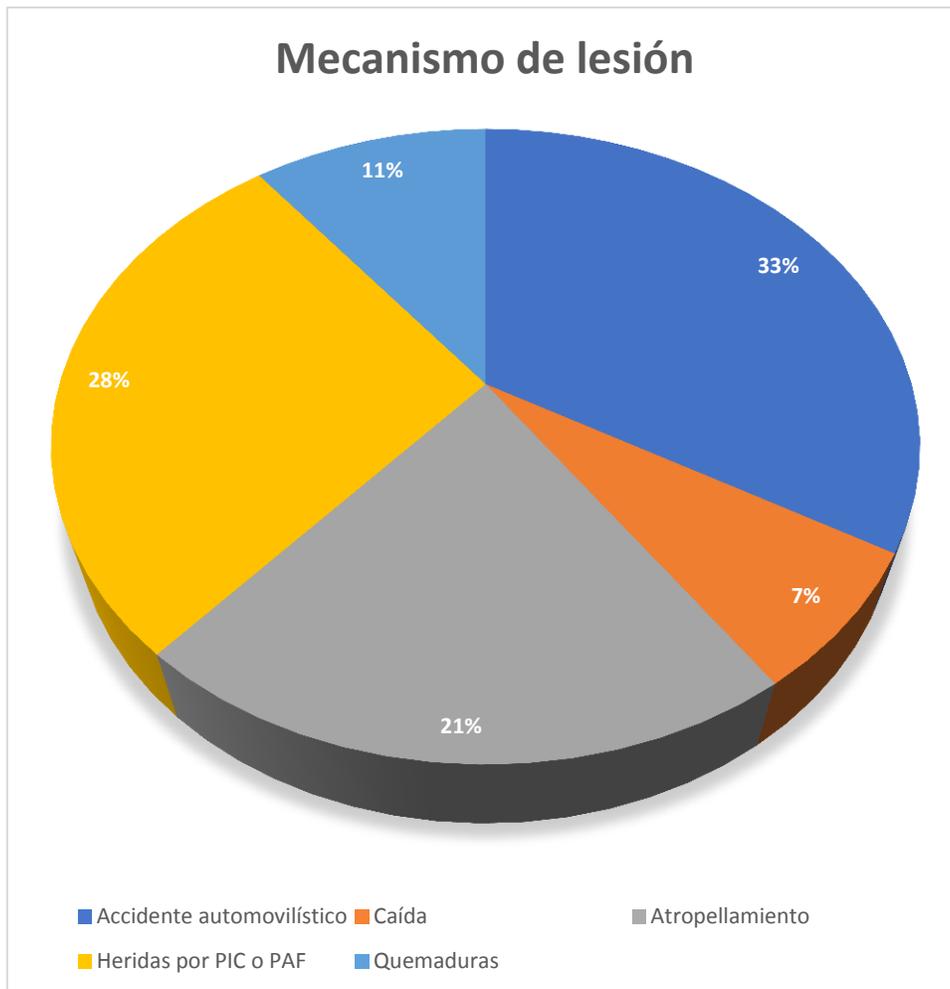


Fuente: Encuesta

Mecanismos de lesión de los pacientes politraumatizados que ingresaron al área de trauma choque.

Los mecanismos de lesión más frecuentes observados en los pacientes politraumatizados fueron, en primer lugar, los accidentes automovilísticos con un 33%, seguidos de las heridas por instrumento punzocortantes con un 28%, y en tercer lugar los arrollamientos por vehículo automotor. En menor frecuencia se encontraron las quemaduras (químicas y térmicas) y las caídas. (Gráfica 5)

Gráfica 5. Mecanismo de lesión de los pacientes politraumatizados que ingresaron al área de trauma choque del Hospital General Pachuca de Junio a Agosto de 2018

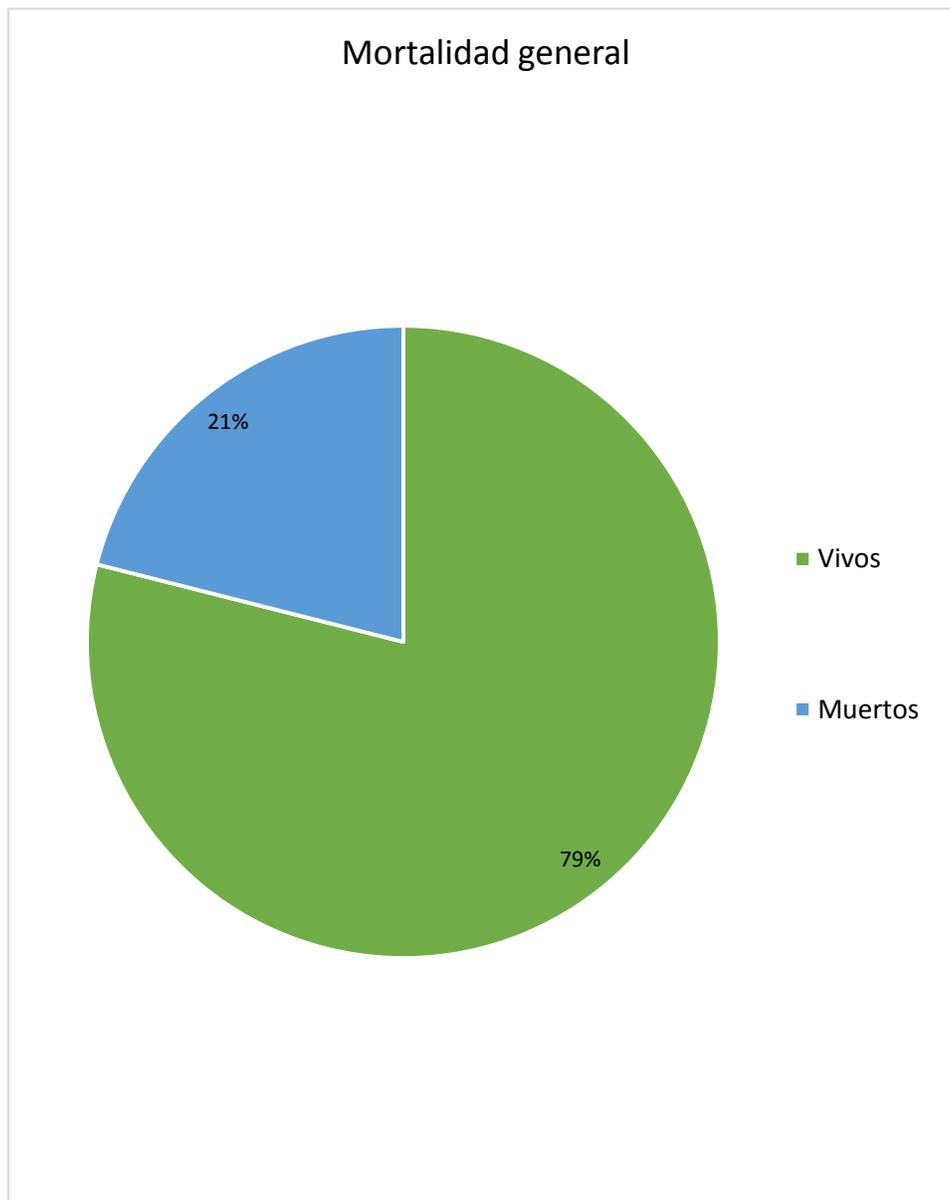


Fuente: Encuesta

Mortalidad general de los pacientes ingresados al área de trauma choque

Se observa que la mayor parte de los pacientes no falleció en las primeras 24 horas, sumando un total de 45 pacientes vivos y 12 pacientes fallecidos. Estas cifras representan el 79% de pacientes sobrevivientes y 21% de pacientes fallecidos. (Gráfica 6)

Gráfica 6. Mortalidad de los pacientes politraumatizados que ingresaron al área de trauma choque del Hospital General Pachuca de Junio a Agosto de 2018



Fuente: Archivo clínico

Promedio de lactato y desviación estándar de los pacientes ingresados al área de trauma choque

Se dividió en tres grupos según los niveles de lactato empezando de 2 a 3.9 mmol/L, de 4 a 9.9 mmol/L y mayor de 10 mmol/L. Se calcularon los promedios y desviaciones estándar en los tres grupos siendo el promedio en el primer grupo de 2.6 mmol/L con una desviación estándar de 0.6, en el segundo grupo de 6.9 mmol/L y 1.7 de desviación estándar y en el tercero de 13 mmol/L con 1.7 de desviación estándar. (Tabla 1)

Tabla 1. Promedio de lactato y desviación estándar en los pacientes politraumatizados que ingresaron al área de trauma choque del Hospital General Pachuca de junio a agosto de 2018

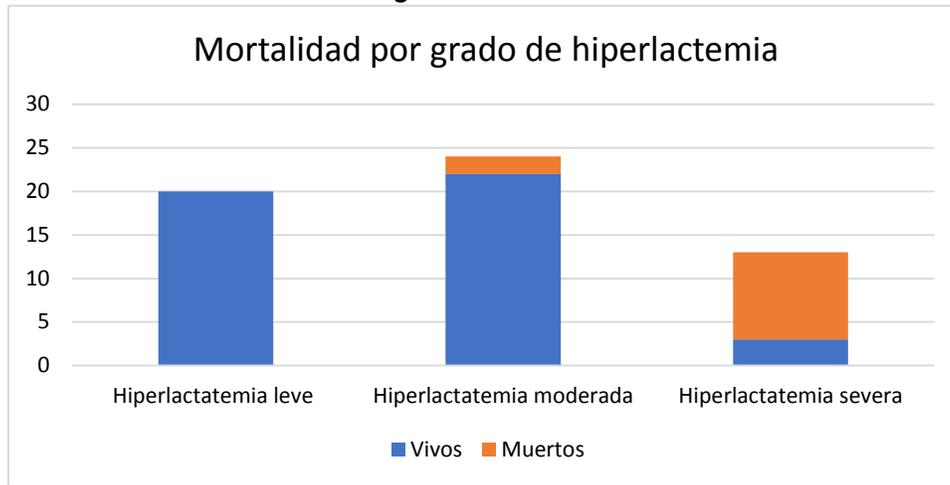
Tipo de Hiperlactatemia	Media	Desviación estándar	Límite máximo	Límite mínimo
Hiperlactatemia Leve	2,6	0,6	3,2	2,1
Hiperlactatemia moderada	6,9	1,7	8,5	5,2
Hiperlactatemia severa	13,0	1,7	14,8	11,3

Fuente: Encuesta

Mortalidad por grado de hiperlactatemia de los pacientes politraumatizados ingresados al área de trauma choque

Se observa una mortalidad nula en pacientes que ingresaron al área de trauma choque en el grupo de hiperlactatemia leve, mientras que en el grupo de hiperlactatemia moderada hubo 2 pacientes fallecidos por lo que si hay aumento de la mortalidad en este grupo. El grupo de hiperlactatemia severa fue el que presentó una mayor mortalidad con 10 pacientes fallecidos. (Gráfica 7) Se calcula una mortalidad del 32.4% en pacientes con hiperlactatemia de más de 4 mmol/L.

Gráfica 7. Mortalidad por grado de hiperlactatemia en los pacientes politraumatizados que ingresaron al área de trauma choque del Hospital General Pachuca de junio a agosto de 2018



Fuente: Encuesta

Prueba de contraste de hipótesis Chi cuadrada

Se realizó tabla de frecuencias reales y esperadas según los grados de hiperlactatemia y la mortalidad a las 24 horas. (Tabla 2)

Tabla 2. Tabla cruzada, Grados de hiperlactatemia y mortalidad por grado en los pacientes politraumatizados que ingresaron al área de trauma choque del Hospital General Pachuca de junio a agosto de 2018

		Muerte a las 24 horas		Total
		Muerte	Vivo	
Clasificación de Lactato	Leve	0	20	20
	Moderado	2	22	24
	Severo	10	3	13
Total		12	45	57

Fuente: Encuesta

Con dicha tabla de frecuencias esperadas y reales se realizó prueba de contraste de hipótesis con Chi cuadrada. Con una $p= 0.05$ con 2 grados de libertad según la tabla de valores de chi cuadrado se tiene un valor límite de 5.9915, y según el análisis realizado se obtiene un valor de 30.085. De tal modo que se puede concluir que dentro de un rango de 0 – 5,9915 el resultado obtenido se encuentra fuera de la zona de aceptación de hipótesis nula. Se encontró una relación estadísticamente significativa alta y directamente proporcional con un coeficiente de contingencia= 0.6, $p=0.05$.

Odds Ratio para mortalidad y grados de hiperlactatemia

Se reporta un Odds Ratio para mortalidad en el grupo de hiperlactatemia moderada de 1.091 (IC: 0.967 – 1.231, $p=0.05$) por lo que no existe asociación estadísticamente significativa entre mortalidad moderada (4 a 9.9 mmol/L) y mortalidad a 24 horas.

Se reporta Odds Ratio para mortalidad en el grupo de hiperlactatemia severa de 4.33 (IC: 1.606 – 11.691, $p=0.05$) por lo que si se encuentra una relación significativa entre hiperlactatemia severa (>10 mmol/L) y mortalidad a las 24 horas. (Tabla 3)

Tabla 3. Tabla de Odds Ratio para mortalidad por grupos de hiperlactatemia en los pacientes politraumatizados que ingresaron al área de trauma choque del Hospital General Pachuca de junio a agosto de 2018

Variable	n	Mortalidad a las 24 horas		OR (IC 95%)
		Si %	No %	
Hiperlactatemia moderada	2	8,3%	22 91,7%	1.091 0.967 - 1.231
Hiperactatemia severa	10	76,9%	3 23,1%	4.33 1.606 - 11.691

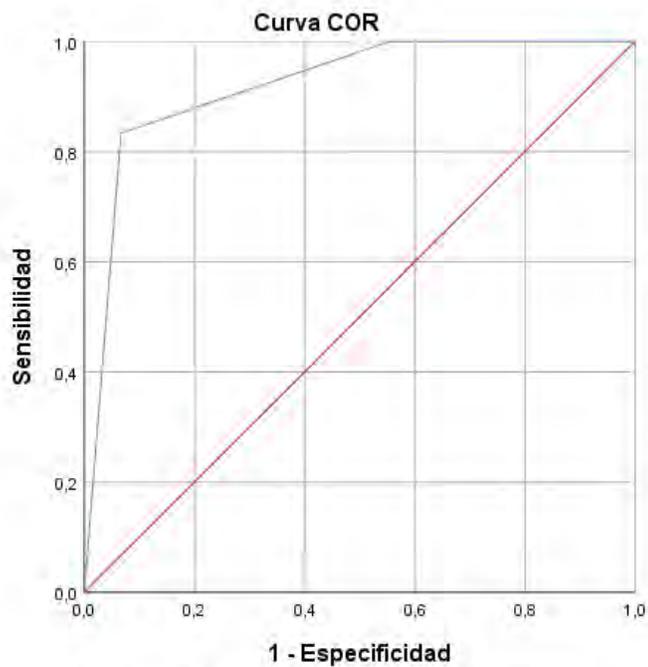
Fuente: Encuesta

Sensibilidad y especificidad del lactato como predictor de mortalidad

Se realiza prueba de sensibilidad y especificidad para valores de lactato encima de 4 mmol/dl en la que se observa una sensibilidad de 100%, con una especificidad de 44.4% con un valor predictivo positivo de 32.4% y valor predictivo negativo del 100%.

Se realiza curva ROC tomando todos los valores de hiperlactatemia (superiores a 2 mmol/L) y tomando en cuenta la mortalidad. Se calcula un área bajo la curva de 0.92 (IC 95% 0.837 – 1).

Gráfica 8. Curva ROC para hiperlactatemia y mortalidad en pacientes politraumatizados que ingresaron al área de trauma choque del Hospital General Pachuca de junio a agosto de 2018



Los segmentos de diagonal se generan mediante empates.

IX. DISCUSIÓN

En los resultados del estudio se observa un orden por frecuencia similar al proporcionado por el INEGI para las causas de traumatismo¹³. La proporción entre hombres y mujeres se mantiene tanto en la estadística del INEGI como en la estadística reportada por Freitas y Folker.^{23, 24}

El tipo de traumatismo sigue siendo el más frecuente el trauma cerrado de alguna cavidad más que los traumas penetrantes, aunque en el estudio realizado se encuentra una mayor proporción de traumas penetrantes por heridas por instrumento cortante o por proyectil de arma de fuego. En la literatura se reporta de un 4.3% a un 10% de trauma penetrante de todos los pacientes politraumatizados mientras que en el estudio realizado se reporta hasta un 28% .^{30, 31}

En los resultados obtenidos por Odom y por Bou Chebl se realizaron mediciones en valores menores a 4 mmol/L y mayores a esta proporción observándose una mortalidad de 18.8%, en el estudio realizado fue mayor esta mortalidad.^{34, 35} El Odds Ratio es muy similar a lo reportado por Odom aunque con un intervalo de confianza más amplio en el estudio realizado.³⁰

En los estudios realizados por Freitas y Folker no se encuentra relación entre las variables de mortalidad e hiperlactatemia por encima de 4 mmol/L, aunque en el estudio realizado si se encuentra una relación fuerte entre las variables con un valor de p significativo.^{23, 24} A diferencia de los estudios anteriores, los realizados por Dübendorfer, Bou Chebl, Odom y Régnier concuerda con los resultados que se observaron en el estudio realizado y con resultados similares.^{30, 31, 34, 35}

Con respecto a la sensibilidad y especificidad de la prueba se encontró una publicación de Okello en la que se reporta sensibilidad y especificidad para la gravedad pero no para la mortalidad de los pacientes, por lo cual no es comparable la sensibilidad y especificidad reportada con la del estudio realizado.⁴⁷

En la curva ROC realizada se encuentra una alta sensibilidad y poca especificidad. No son comparables al resto de los estudios pues sus puntos de término no son mortalidad. Freitas y Folker usan riesgo de sangrado y aclaramiento de lactato.^{23,24}

X. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el estudio muestran que las poblaciones de los estudios consultados y la muestra recolectada son muy similares por lo que son un buen parámetro de comparación.

El hecho de que haya un mayor número de heridas penetrantes por instrumentos cortantes o por heridas por proyectil de arma de fuego hacen que el tipo de lesiones observadas sean siempre en dos o más cavidades y con mayores pérdidas de volumen sanguíneo, lo cual repercute en mayor metabolismo anaerobio y mayor elevación de las cifras de lactato.

Se comprobó que si existe una asociación fuerte entre las variables y que ambas son dependientes cuando los niveles de lactato se encuentran por encima de 2 mmol/L. Aunque las cifras de lactato *per se* son un buen indicador de la perfusión, también se pueden usar como predictor de la mortalidad, siendo estadísticamente significativo solo en pacientes con cifras de lactato por encima de 10 mmol/L.

El que en el grupo de 4 a 9.9 mmol/L solo se observe una mortalidad mínima puede obedecer a diferentes factores entre las que se puede destacar el uso fármacos o sustancias, siendo la ingesta de bebidas etílicas una de las principales causas de hiperlactatemia no traumática y que tiende a la mejoría con tratamiento hídrico. Sin embargo, requerirá un estudio más profundo para determinar que variables influyen en estos resultados.

Aún no se cuenta con un estándar de oro para determinar mortalidad en el paciente politraumatizado; sin embargo, se documentó que la hiperlactatemia es un marcador altamente sensible aunque muy poco específico para determinar mortalidad en las primeras 24 horas.

Aunque algunos autores no concuerdan con el uso del lactato como predictor de mortalidad, son más los estudios que apoyan el uso de la misma como predictor independiente.

XI. RECOMENDACIONES

- Durante la realización del estudio se observó que la mayor parte de los valores de corte solo iban de 2 a 3.9 mmol/L y encima de 4 mmol/L sin hacer nuevas divisiones según los niveles de lactato, por lo que se recomendaría realizar una categorización de la variable en intervalos mas cortos y analizar cada uno de los grupos.
- Sería recomendable hacer un estudio de casos y controles de pacientes con y sin hiperlactatemia en pacientes politraumatizados y no politraumatizados para realizar una mejor prueba de sensibilidad y especificidad en vez de solo trabajar con un grupo de pacientes politraumatizados con hiperlactatemia.
- Sería importante determinar en el caso de los pacientes politraumatizados con hiperlactatemia severa (>10 mmol/L) la exposición previa a fármacos o sustancias que causan hiperlactatemia y su impacto en la mortalidad.
- Requiere un estudio a profundidad del porqué los pacientes con hiperlactatemia moderada no presentan una elevada mortalidad a pesar del estado de hipoperfusión severa que presentan.
- Se recomendaría la realización de un estudio en el que solo se tomen en cuenta pacientes con choque hipovolémico oligohémico y su relación con el grado de hiperlactatemia.

XII. ANEXOS

Anexo 1. Aspectos éticos

Con base al reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud, publicada en el Diario Oficial de la Federación, capítulo 1, artículo 17, fracción primera. Se califica el procedimiento a realizar en esta investigación sin riesgo. Respetando los artículos 13, 14, 15 y 16 así como sus fracciones.

En el capítulo 1, artículo 17, fracción primera, se identifica y se declara el presente estudio como investigación sin riesgo: Ya que son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquéllos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: cuestionarios, entrevistas, revisión de expedientes clínicos y otros, en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.

Estudios prospectivos que emplean el registro u obtención de datos a través de procedimientos comunes en exámenes físicos o psicológicos de diagnósticos o tratamiento rutinarios, entre los que se consideran: pesar al sujeto, pruebas de agudeza auditiva; electrocardiograma, termografía, colección de excretas y secreciones externas, obtención de placenta durante el parto, colección de líquido amniótico al romperse las membranas, obtención de saliva, dientes deciduales y dientes permanentes extraídos por indicación terapéutica, placa dental y cálculos removidos por procedimiento profilácticos no invasores, corte de pelo y uñas sin causar desfiguración, extracción de sangre por punción venosa en adultos en buen estado de salud, con frecuencia máxima de dos veces a la semana y volumen máximo de 450 ml., en dos meses, excepto durante el embarazo, ejercicio moderado en voluntarios sanos, pruebas psicológicas a individuos o grupos en los que no se manipulará la conducta del sujeto, investigación con medicamentos de uso común, amplio margen terapéutico, autorizados para su venta, empleando las indicaciones, dosis y vías de administración establecidas y que no sean los medicamentos de investigación que se definen en el artículo 65 de este Reglamento, entre otros.

La relevancia de este tipo de investigaciones conlleva un sin número de beneficios para las personas enfermas, contribuye a la comprensión de la etiología y patogenia de una enfermedad, así como al desarrollo de nuevas investigaciones en este campo, para mejorar la atención de las pacientes.

Anexo 2. Consentimiento informado



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE HIDALGO

Secretaría de salud del estado de Hidalgo
Hospital General de Pachuca
Subdirección de enseñanza e investigación
Jefatura de investigación



“Hiperlactatemia de ingreso como predictor de mortalidad en los pacientes politraumatizados que ingresan al área de trauma choque del hospital General Pachuca”

Pachuca, Hidalgo a _____

Yo _____ por medio del presente, acepto participar en el estudio de investigación titulado: “Hiperlactatemia de ingreso como predictor de mortalidad en los pacientes politraumatizados que ingresan al área de trauma choque del Hospital General de Pachuca”.

El objetivo de este estudio es conocer si la hiperlactamia es buen predictor de la mortalidad en los pacientes politraumatizados que ingresan al área de trauma choque del Hospital General de Pachuca.

Se me ha explicado que mi participación consistirá en permitir que se me tome muestra de gasometría arterial para análisis de lactato al ingreso a sala de trauma choque con el fin de ser analizada y que los beneficios que obtendré son para mejorar mi salud y evitar en medida de lo posible complicaciones secundarias a la patología que presento. Se me explicó que existe un riesgo mínimo secundario a la toma de muestras de sangre arterial y, que de presentarse, las complicaciones más frecuentes son: sangrado en el sitio de punción, formación de hematoma en el sitio de punción, dolor en sitio de punción y punción inadvertida de nervio cubital o radial (dependiendo del sitio de punción).

Declaro que se me ha explicado que el beneficio de este estudio consiste en poder realizar un mejor pronóstico de los pacientes politraumatizados a su ingreso a la sala de trauma choque en un periodo de tiempo más corto y con mayor seguridad.

El investigador responsable se ha comprometido a darme información oportuna sobre cualquier procedimiento alternativo adecuado que pudiera ser ventajoso para mejorar mi salud, así como responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación.

Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento que considere conveniente, sin que esta afecte la atención médica a la que tengo derecho. El Investigador principal me ha dado seguridades que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que se deriven de este estudio y que los datos obtenidos serán manejados en forma confidencial, también se ha comprometido a proporcionarme información actualizada que obtenga durante el estudio, aunque pudiera hacerme cambiar de parecer respecto a la permanencia en el mismo.

Nombre y firma del participante
o del familiar responsable

Nombre y firma del investigador
Dr. Jafet Abrahán Palmero Sánchez
Tel: 5585306901

Testigo

Testigo

Dr. Sergio Muñoz Juárez

Presidente del comité de ética e investigación

Tel: 771 7134649

Anexo 3. Cédula de recopilación de datos



Secretaría de salud del estado de Hidalgo
 Hospital General de Pachuca
 Subdirección de enseñanza e investigación
 Jefatura de investigación



“Hiperlactatemia de ingreso como predictor de mortalidad en los pacientes politraumatizados que ingresan al área de trauma choque del hospital General Pachuca”

Ficha de identificación

1. Nombre del paciente: _____

2. Edad: _____ 3. Sexo: 1. Masculino 2. Femenino _____

4. Escolaridad 1.- Ninguna 2.- Primaria 3.- Secundaria 4.- Preparatoria 5.- Licenciatura 6.- Post grado		5. Estado civil 1.- Soltero 2.- Casado 3.- Divorciado 4.- Unión libre		6. Ocupación 1.- Empleado 2.- Obrero 3.- Comerciante 4.- Otros	
7. Politraumatismo 1.- Afectación de dos cavidades 2.- Una cavidad más una fractura mayor 3.- Más de tres fracturas mayores		8. Muerte a las 24 horas 1. Si 2. No		9. Mecanismo de lesión 1. Accidente automovilístico 2. Caída 3. Atropellamiento 4. Heridas por proyectil arma de fuego o punzocortantes 5. Quemaduras químicas, térmica o radiante	

9. Niveles de lactato Ingreso _____ mmol/L	10. Clasificación de lactato 1. 2 a 3.9 mmol/l 2. 4 a 9.9 mmol/l 3. >10 mmol/l	
--	--	--

XIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Robertson LS. Injuries. Causes, control strategies and public policy, Massachusetts: Lexington Books; 1983.
2. Pape H, Remmers D, Rice J, Ebisch M, Krettek C, Tscherne H. Appraisal of Early Evaluation of Blunt Chest Trauma: Development of a Standardized Scoring System for Initial Clinical Decision Making. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. 2000;49(3):496-504.
3. Evans J, van Wessem K, McDougall D, Lee K, Lyons T, Balogh Z. Epidemiology of Traumatic Deaths: Comprehensive Population-Based Assessment. *World Journal of Surgery*. 2009;34(1):158-163.
4. Vera Carrasco O. Shock: Enfoque diagnóstico y terapéutico en el adulto. *Cuad Hosp Clín* 2007; 52(2): 93-104.
5. Wilson D. Oxidative phosphorylation: unique regulatory mechanism and role in metabolic homeostasis. *Journal of Applied Physiology*. 2017;122(3):611-619.
6. Wilson D, Harrison D, Vinogradov A. Mitochondrial cytochrome c oxidase and control of energy metabolism: measurements in suspensions of isolated mitochondria. *Journal of Applied Physiology*. 2014;117(12):1424-1430.
7. Bazan N; Notas sobre lactato y acidosis: *ISDE Sports Magazine*. 2015 7(26).
8. Cueva Chávez R. Hiperlactacidemia como predictor de mortalidad en sepsis grave por neumonía adquirida en la comunidad del hospital belén de Trujillo del 2010 al 2014. *Repositorio.upao.edu.pe*. 2018 [consultado 7 Enero de 2018]. Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/1596>
9. Sánchez-Díaz J, Monares-Zepeda E, Martínez-Rodríguez E, Cortés-Román J, Torres-Aguilar O, Peniche-Moguel K et al. Acidosis láctica por metformina: reporte de caso. *Revista Colombiana de Anestesiología*. 2017;45(4):353-359.

10. Ángeles-Velázquez JL, García-González AC, Díaz-Greene EJ, Rodríguez-Weber FL. Índices estáticos y dinámicos de la hiperlactatemia. *Med Int Méx.* 2016 mar;32(2):225-231.
11. Mock C. WHO releases Guidelines for trauma quality improvement programmes. *Injury Prevention.* 2009;15(5):359-359.
12. Organización Mundial de la Salud. (OMS). Who methods and data sources for country-level causes of death 2000-2015. Department of information, Evidence and Research WHO, Geneva. January 2017.
13. Instituto Nacional de Geografía y Estadística. Defunciones generales totales por principales causas de mortalidad 2014. México, 2014 disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/Default.aspx?t=mdemo107&s=est&c=23587>
14. Baker SP et al.: The Injury Severity Score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma* 1974; 14: 187-96
15. Mutschler M, Nienaber U, Brockamp T, Wafaisade A, Fabian T, Paffrath T et al. Renaissance of base deficit for the initial assessment of trauma patients: a base deficit-based classification for hypovolemic shock developed on data from 16,305 patients derived from the TraumaRegister DGU®. *Critical Care.* 2013;17(2):R42.
16. Dettmer M, Holthaus CV, Fuller BM. The impact of serial lactate monitoring on emergency department resuscitation interventions and clinical outcomes in severe sepsis and septic shock: an observational cohort study. *Shock.* 2015; 43:55–61.
17. Gómez, H. Kellum, J. Lactate in sepsis. *JAMA* 2015; 13;313(2):194-5
18. Chertoff J, Chisum M, Garcia B, Lascano J. Lactate kinetics in sepsis and septic shock: a review of the literature and rationale for further research. *Journal of Intensive Care.* 2015;3(1).
19. Vincent J, Quintairos e Silva A, Couto L, Taccone F. The value of blood lactate kinetics in critically ill patients: a systematic review. *Critical Care.* 2016;20(1).

20. Caputo N, Fraser R, Paliga A, Kanter M, Hosford K, Madlinger R. Triage vital signs do not correlate with serum lactate or base deficit, and are less predictive of operative intervention in penetrating trauma patients: a prospective cohort study. *Emergency Medicine Journal*. 2012;30(7):546-550.
21. Odom S, Howell M, Gupta A, Silva G, Cook C, Talmor D. Extremes of shock index predicts death in trauma patients. *Journal of Emergencies, Trauma, and Shock*. 2016;9(3):103.
22. Chana M, Manson J, Davenport R, De'Ath H, Spoor C, Raza I et al. Time course of lactate clearance in trauma and its relevance to outcomes. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2012;20(Suppl 1):O9.
23. Freita, Andréia. Franzon, Orli. Lactate As predictor of mortality in polytrauma. *ABCD Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)*. 2015;28(3):163-166
24. Folkert I, Sims C, Pascual J, Allen S, Kim P, Schwab C et al. Initial venous lactate levels in patients with isolated penetrating extremity trauma: a retrospective cohort study. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2014;41(2):203-209.
25. Lefering R, Zielske D, Bouillon B, Hauser C, Levy H. Lactic acidosis is associated with multiple organ failure and need for ventilator support in patients with severe hemorrhage from trauma. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2013;39(5):487-493.
26. Matej Strnad, Vesna Borovnik Lesjak, Vitka VujanoviT, et al. Predictors of Mortality and Prehospital Monitoring Limitations in Blunt Trauma Patients. *BioMed Research International*, Volume 2015.
27. Afuwape O, Allwell-Brown E, Ayandipo O, Alonge T. Correlation of the association of serum lactate, random blood sugar, and revised trauma score as predictors of outcome in hemodynamically unstable abdominal emergencies. *Nigerian Journal of Clinical Practice*. 2016;19(2):196.
28. Dübendorfer C, Billeter A, Seifert B, Keel M, Turina M. Serial lactate and admission SOFA scores in trauma: an analysis of predictive value in 724 patients with and without

traumatic brain injury. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2012;39(1):25-34.

29. Gustafson M, Hollosi S, Chumbe J, Samanta D, Modak A, Bethea A. The Effect of Ethanol on Lactate and Base Deficit as Predictors of Morbidity and Mortality in Trauma. *The American Journal of Emergency Medicine*. 2015;33(5):607-613.

30. Odom S, Howell M, Silva G, Nielsen V, Gupta A, Shapiro N et al. Lactate clearance as a predictor of mortality in trauma patients. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2013;74(4):999-1004.

31. Régnier M, Raux M, Le Manach Y, Asencio Y, Gaillard J, Devilliers C et al. Prognostic Significance of Blood Lactate and Lactate Clearance in Trauma Patients. *Anesthesiology*. 2012;117(6):1276-1288.

32. Heinonen E, Hardcastle T, Barle H, Muckart D. Lactate clearance predicts outcome after major trauma. *African Journal of Emergency Medicine*. 2014;4(2):61-65.

33. Dezman Z, Comer A, Smith G, Narayan M, Scalea T, Hirshon J. Failure to clear elevated lactate predicts 24-hour mortality in trauma patients. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2015;79(4):580-585.

34. Blow O, Magliore L, Claridge J, Butler K, Young J. The Golden Hour and the Silver Day: Detection and Correction of Occult Hypoperfusion within 24 Hours Improves Outcome from Major Trauma. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. 1999;47(5):964.

35. Bou Chebl R, El Khuri C, Shami A, Rajha E, Faris N, Bachir R et al. Serum lactate is an independent predictor of hospital mortality in critically ill patients in the emergency department: a retrospective study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2017;25(1).

36. Oliveros-Rodríguez H, Estupiñán-López R, Rodríguez-Gómez J. Mediciones seriadas del lactato y su validez predictiva de la mortalidad temprana en los pacientes con politrauma que ingresan a la unidad de cuidado intensivo. *Revista Colombiana de Anestesiología*. 2017;45(3):166-172.

37. Dekker S, de Vries H, Lubbers W, van de Ven P, Toor E, Bloemers F et al. Lactate clearance metrics are not superior to initial lactate in predicting mortality in trauma. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2016;43(6):841-851.
38. Rendy L, Sapan H, Kalesaran L. Multiple organ dysfunction syndrome (MODS) prediction score in multi-trauma patients. *International Journal of Surgery Open*. 2017;8:1-6.
39. Ali Ali B. Scales for predicting outcome after severe trauma. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*. 2017;40(1):103-118.
40. Del C6ndor Atoche E. Clearance de lactato como predictor de mortalidad en pacientes con trauma. [consultado 20 Enero 2018]. Disponible: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/463>
41. Strnad M, Borovnik Lesjak V, Vujanovi6 V, Pelcl T, Kriřmari6 M. Predictors of Mortality and Prehospital Monitoring Limitations in Blunt Trauma Patients. *BioMed Research International*. 2015;2015:1-7
42. Laverde Correa RSabogal C, ivera A, Joya Higuera A. Lactato y d6ficit de bases en trauma: valor pron6stico. *Revista Colombiana de Anestesiolog6a*. 2014;42(1):60-64.
43. St. John A, McCoy A, Moyes A, Guyette F, Bulger E, Sayre M. Prehospital Lactate Predicts Need for Resuscitative Care in Non-hypotensive Trauma Patients. *Western Journal of Emergency Medicine*. 2018;19(2):224-231.
44. Guyette F, Meier E, Newgard C, McKnight B, Daya M, Bulger E et al. A comparison of prehospital lactate and systolic blood pressure for predicting the need for resuscitative care in trauma transported by ground. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2015;78(3):600-606.
45. Vandromme M, Griffin R, Weinberg J, Rue L, Kerby J. Lactate Is a Better Predictor than Systolic Blood Pressure for Determining Blood Requirement and Mortality: Could Prehospital Measures Improve Trauma Triage?. *Journal of the American College of Surgeons*. 2010;210(5):861-867.

46. Baxter J, Cranfield K, Clark G, Harris T, Bloom B, Gray A. Do lactate levels in the emergency department predict outcome in adult trauma patients? A systematic review. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2016;81(3):555-566
47. Okello M, Makobore P, Wangoda R, Upoki A, Galukande M. Serum lactate as a predictor of early outcomes among trauma patients in Uganda. *International Journal of Emergency Medicine*. 2014;7(1).