



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

DELEGACION SUR DEL DISTRITO FEDERAL

CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES

“DR. BERNARDO SEPÚLVEDA G.”

“CORRELACIÓN DE LACTATO VENOSO Y ARTERIAL EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA PROGRAMADA EN EL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DEL CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI”

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN

ANESTESIOLOGÍA

PRESENTA:

DR. TITO RENE ACOSTA VASQUEZ

ASESOR:

DRA. MARÍA GUADALUPE ESCALONA HERNÁNDEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO, 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

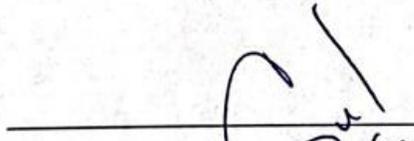
**"CORRELACIÓN DE LACTATO VENOSO Y ARTERIAL EN PACIENTES SOMETIDOS A
CIRUGÍA PROCEDIMIENTOS PROGRAMADA EN EL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES
DEL CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI"**



DR. ZAZUETA MENDOZA VICTORIA
JEFE DE LA DIVISION DE EDUCACION EN SALUD
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SIGLO XXI



DR. CASTELLANOS OLIVARES ANTONIO
JEFE DE SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA Y PROFESOR TITULAR DEL CURSO
UMAE HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA CMN SIGLO XXI



DRA. ESCALONA HERNANDEZ MARIA GUADALUPE
MEDICO DE BASE TUTORA, ADSCRITA AL SERVICIO DE ANESTESIOLOGIA
UMAE HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA CMN SIGLO XXI



DR. ACOSTA VASQUEZ TITO RENE
RESIDENTE DE 3ER GRADO DE LA ESPECIALIDAD DE ANESTESIOLOGIA
UMAE HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA CMN SIGLO XXI



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud **3601**.
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES Dr. BERNARDO SEPULVEDA GUTIERREZ, CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

Registro COFEPRIS **17 CI 09 015 034**

Registro CONBIOÉTICA **CONBIOETICA 09 CET 023 2017092**

FECHA **Viernes, 08 de julio de 2022**

Dr. Ma Guadalupe Escalona Hernandez

PRESENTE

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título "**CORRELACIÓN DE LACTATO VENOSO Y ARTERIAL EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA PROGRAMADA EN EL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DEL CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI**" que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**:

Número de Registro Institucional

R-2022-3601-173

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

Dr. Carlos Fredy Cuevas García
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 3601

Imprimir

IMSS

SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

DEDICATORIA

Lleno de regocijo, de amor y esperanza, dedico este proyecto, a cada uno de mis seres queridos, quienes han sido mis pilares para seguir adelante.

Es para mí, una gran satisfacción poder dedicarles a ellos, todos y cada uno de los proyectos culminados.

A mis padres, Tito Acosta Gaxiola y Meybol Guadalupe Vasquez Esquer, porque ellos son la motivación de mi vida.

A mis hermanos, Juan Pablo Acosta Vasquez y Meybol Acosta Vasquez por ser un gran apoyo para mí e inspirarme a crecer en todos los aspectos día con día.

Y sin dejar atrás a toda mi familia por hacer esto posible, a mis abuelos y tíos, gracias por ser parte de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios.

“Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor”.

A mi familia.

“Agradezco desde el fondo de mi corazón a mi familia por todo el apoyo recibido en cada momento de mi vida, ya que sin ellos nada de esto sería posible. Ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes han estado siempre a mi lado en los momentos alegres y difíciles. Mis mejores guías y maestros de vida. Gracias por ser quienes son y por creer en mí “.

A mi tutora y maestros.

Por bríndame el conocimiento necesario para cumplir mis objetivos. Sin sus virtudes, su paciencia y constancia este trabajo no hubiese sido posible. Gracias por todas sus orientaciones

A mis hermanos, Juan Pablo Acosta Vasquez y Meybol Acosta Vasquez por ser un gran apoyo para mí e inspirarme a crecer en todos los aspectos día con día.

Y sin dejar atrás a toda mi familia por hacer esto posible, a mis abuelos y tíos, gracias por ser parte de mi vida.

IDENTIFICACIÓN DE LOS INVESTIGADORES

<p>Jefe de servicio</p>	<p>Dr. Antonio Castellanos Olivares</p> <p>Adscripción: Jefe de servicio de Anestesiología y Profesor titular del curso, UMAE Hospital de Especialidades, Centro Médico Nacional Siglo XXI, IMSS, Ciudad de México.</p> <p>Lugar de trabajo: Av. Cuauhtémoc 330, Doctores, Cuauhtémoc, 06720 Ciudad de México. Correo electrónico: antonio55_0654@hotmail.com</p>
<p>Asesor de tesis:</p>	<p>Dra. María Guadalupe Escalona Hernández Matricula: 99231469</p> <p>Adscripción: Médico Especialista en Anestesiología, UMAE Hospital de Especialidades, Centro Médico Nacional Siglo XXI, IMSS, Ciudad de México.</p> <p>Lugar de trabajo: Av. Cuauhtémoc 330, Doctores, Cuauhtémoc, 06720 Ciudad de México, CDMX</p> <p>Teléfono: 5525610329</p> <p>Correo electrónico: lupitamip@hotmail.com</p>
<p>Tesista:</p>	<p>Dr. Tito René Acosta Vasquez</p> <p>Adscripción: Residente de Anestesiología, UMAE Hospital de Especialidades, Centro Médico Nacional Siglo XXI, IMSS, Ciudad de México.</p> <p>Lugar de trabajo: Av. Cuauhtémoc 330, Doctores, Cuauhtémoc, 06720 Ciudad de México.</p> <p>Teléfono: 5518915154</p> <p>No. Cuenta: 51922139-8</p> <p>Correo electrónico: titoacosta7@hotmail.com</p>
<p>Lugar donde se realizará la investigación</p> <p>Datos de la tesis</p>	<p>Centro Médico Nacional Siglo XXI UMAE Hospital de Especialidades Dr. Bernardo Sepúlveda G.</p> <p>“Correlación de lactato venoso y arterial en pacientes sometidos a cirugía programada en el hospital de especialidades del centro médico nacional siglo xxi”</p> <p>37 páginas, 2022, R-2022-3601-173</p>

INDICE

RESÚMEN.....	7
Antecedentes:	7
Objetivo:	7
Material y métodos:	7
MARCO TEORICO	8
JUSTIFICACIÓN.....	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
OBJETIVOS DE TRABAJO.....	14
Objetivo general:	14
Objetivos específicos:.....	14
HIPÓTESIS.....	15
Hipótesis nula.....	15
Hipótesis alterna.....	15
MATERIAL Y MÉTODOS.....	15
Universo de trabajo	15
DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	16
MUESTRA POBLACIONAL	17
ANÁLISIS DE DATOS.....	17
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO.....	17
INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN.....	19
ASPECTOS ÉTICOS	20
FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	22
Factibilidad Operativa:.....	22
Factibilidad Técnica:.....	22
Factibilidad Económica:.....	22
RECURSOS	23
PRODUCTOS ESPERADOS	24
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	25
FLUJOGRAMA DE ACTIVIDADES	26
ANEXOS.....	27
RESULTADOS:.....	28
CONCLUSIONES:	30
REFERENCIAS :	31

RESÚMEN

Título:

Antecedentes:

El conocer el estado de hipoperfusión tisular en un paciente dentro de quirófano es algo complejo que involucra múltiples parámetros y variables. Esta bien fundamentado que los niveles altos de lactato se consideran un factor de morbimortalidad durante y después del acto quirúrgico. Es aquí la importancia del Anestesiólogo de la detección temprana y la optimización de dicho problema para influir de manera positiva en el pronóstico del paciente.

La hiperlactatemia es un trastorno muy frecuente dentro de quirófano que puede representar una amplia variedad de etiologías. Una de las formas de visualizarla es por medio de una gasometría arterial por punción o tras la instauración de una línea arterial para tomas de muestras continuas. Esto pudiendo llevar a una inconformidad del paciente, así como múltiples complicaciones que puedan afectar la calidad de vida del paciente. Es por esto, que la tendencia actual es buscar alternativas donde haya menor riesgo para el paciente, prefiriéndose técnicas menos invasivas como la toma de una gasometría venosa por un acceso ya establecido.

Actualmente, se cuenta con una amplia variedad de estudios los cuales correlacionan la gasometría venosa con la arterial obteniendo adecuados resultados, sin embargo, son escasos los estudios de dicha correlación dentro del ámbito intraoperatorio.

Objetivo:

Determinar el grado de correlación entre una muestra de lactato arterial y venosa en pacientes sometidos a cirugía programada con presencia de catéter venoso central.

Material y métodos:

Se realizará un estudio analítico, retrospectivo, observacional, transversal de centro único, en el que se incluirá información de los expedientes de pacientes sometidos a cirugía programada en el hospital de especialidades de centro médico nacional en un periodo comprendido entre el 1 de febrero del 2021 al 31 de enero del 2022. Se recabará la información de muestras de gasometrías arteriales y venosas tomadas de manera simultánea en pacientes programados para cirugía programada.

Recursos e infraestructura: Área de quirófano del bloque B del hospital de Especialidades CMN SXXI.

Experiencia del grupo: Personal experimentado y adiestrado en metodología de la investigación, personal capacitado en medicina del paciente en quirófano y anestesiología.

Tiempo para desarrollarse: 1 año

Palabras clave: lactato, cirugía programada

MARCO TEORICO

La gasometría es la medición de los gases disueltos en la sangre que se realiza mediante la cuantificación de pH, presión de dióxido de carbono (P_{CO_2}), bicarbonato sérico (HCO_3^-), lactato y electrolitos séricos. Su uso sirve como herramienta indirecta de medición del estado metabólico, el estado de oxigenación y la ventilación, siendo útil para evaluar la respuesta a las intervenciones terapéuticas farmacológicas y no farmacológicas, llevar a cabo un diagnóstico, complementar una etiología por el bien y seguridad del paciente.

En la práctica diaria el Anestesiólogo está comprometido a mantener todas las funciones vitales, así como la viabilidad tisular de todos los órganos garantizando así un adecuado aporte de oxígeno como respuesta a la demanda del estrés quirúrgico. Al existir una patología de base de índole quirúrgica, el paciente se somete a una alteración y descompensación pudiendo involucrar varios órganos y sistemas. Es por eso, que el deber como médico Anestesiólogo implica valorar los riesgos y beneficios del tipo de anestesia, minimizando las complicaciones perioperatorias que pudiesen existir disminuyendo así la morbilidad y mortalidad. Es por eso, la importancia de una valoración integral en el paciente dentro de quirófano, optimizando la mecánica ventilatoria, determinar la severidad, garantizar la perfusión tisular, guiar una adecuada terapia de líquidos, mantener el equilibrio ácido base, evitar las alteraciones hidroelectrolíticas, valorar la transfusión de hemoderivados, entre otras. Todo esto puede ser evitado o mejorarse con la toma de una gasometría intraoperatoria, dando así la pauta para la toma de decisiones.

Al haber un estado de choque nos llevara a un déficit circulatorio que resulta en una inapropiada utilización de oxígeno por la célula, afectando de forma variable los procesos biológicos, generando un deterioro de las funciones celulares y llevando a muerte celular, daño orgánico, fracaso multiorgánico o incluso la muerte. (1) Es por eso la gran importancia de un diagnóstico precoz en este tipo de pacientes, beneficiándose así de la toma de una gasometría sanguínea para evitar de manera temprana la hipoperfusión tisular y evitar la morbimortalidad postoperatoria. He de aquí la importancia de la reanimación hídrica temprana y adecuada por parte del Anestesiólogo mediante la evaluación de metas guiadas por objetivos y por parámetros fisiológicos como los gases

arteriales. Siendo un punto de buena práctica las evaluaciones secundarias periódicas para realizar los cambios pertinentes de nuestra terapia hídrica, monitorizando así la severidad y progresión de la enfermedad. Esto implicaría múltiples punciones para toma de muestra arterial, pudiéndose evitar con un catéter venoso periférico y central con mayor conformidad del paciente.(2)

Para todo esto, es fundamental contar con un gasómetro a la mano que funcione como un marcador que oriente y guíe en esos momentos críticos. En las últimas décadas el lactado ha sido el marcador por excelencia mejor estudiado y aplicado para evaluar la perfusión tisular en pacientes graves en quienes es elemental guiar nuestra terapia hídrica como en el paciente séptico y/o alteraciones de la volemia, siendo aplicable en múltiples campos de la medicina. La sangre arterial es el estándar de oro para la medición del lactato, porque representa sangre venosa mixta que también puede considerarse que representa la suma de todas las fuentes de producción de lactato tisular y al mismo tiempo se evita la anemia iatrogénica por las muestras de sangre frecuentes. (3)

El lactato es el producto final del metabolismo anaeróbico en el cual el piruvato, proveniente de la glucólisis, no ingresa al ciclo de Krebs como normalmente lo hace en condiciones aeróbicas donde hay un adecuado aporte de oxígeno celular. (4) Lo cual, en ciertos procesos patológicos el piruvato se convierte en ácido láctico, reacción mediada por la enzima lactato deshidrogenasa, y por el factor inducible de hipoxia tipo 1 que a su vez inhibe la enzima piruvato deshidrogenasa. (5). Durante la gluconeogénesis el lactato es convertido nuevamente a piruvato por la reversión de esta reacción química para después convertirse en glucosa. (6). Este es el proceso donde se produce energía en situaciones con carencia de oxígeno, generándose 2 moléculas de ATP, de modo que la formación de lactato por esta vía de la enzima lactato deshidrogenada funciona como una fuente de energía celular, siendo la única vía de producción de lactato. (7)

Es por eso que el monitorizar el lactato es una forma de evaluar el metabolismo anaerobio en pacientes críticamente enfermos dentro de quirófano, donde hay una elevación de los niveles al haber una producción excesiva que rebasa la depuración del mismo. El lactato arterial normal es de aproximadamente 0,620 mmol/L mientras que el lactato venoso es ligeramente superior, 0,997 mmol/L. En general se acepta que la concentración plasmática normal varía en un rango de 0,3-1,3 mmol/L y en general son menores a 2 mmol/L en condiciones fisiológicas. (8)

Se han dividido las causas de lactatemia en secundarias a hipoxia o metabolismo anaerobio (Tipo I o A) y en las no asociadas a hipoxia o por metabolismo aerobio (tipo B o II). Se produce ácido láctico al haber incremento de protones, como respuesta a la

elevación de aniones. El único tratamiento definitivo será actuar sobre los orígenes de la hiperlactatemia en el paciente. (9)

Durante la práctica clínica dentro de quirófano se ha estandarizado el uso de gases arteriales de forma segura y eficaz en ciertos pacientes, siendo un examen seguro y eficaz en la evaluación y toma de decisiones. Esto también ha sido eficaz en otros departamentos como terapia intensiva y en áreas de primer contacto como el departamento de urgencias. Sin embargo, continúa siendo una prueba invasiva que conlleva cierto grado de riesgos y complicaciones al realizarse meramente por orientación anatómica del área a puncionar llevando a múltiples intentos, particularmente cuando es ejercida por personal de la salud sin curva de experiencia. Por esta razón, la tendencia actual consta de la realización de métodos menos invasivos y más seguros para el paciente, persuadiendo cada vez más a una tendencia de realizar la misma muestra de tipo venosa, funcionando como un sustituto clínicamente aceptable del pH arterial (10,11). De igual modo se ha visto una adecuada concordancia entre la concentración y relación del bicarbonato venoso y arterial para fines clínicos en una amplia variedad de pacientes crítico. (12)

La evaluación de la concordancia del lactato venoso y arterial por gasometría ha sido evaluada en diversos estudios, sin embargo, la mayoría se ha limitado a grupos particulares de pacientes como enfermedades respiratorias, trauma, emergencias y UCI. Sin embargo, son limitados los estudios de la concordancia lactato venoso-arterial en pacientes dentro de quirófano y en el ámbito de la anestesiología.

Dentro de las complicaciones y limitaciones reportadas en la toma de gasometría arterial se reportan el procedimiento doloroso reduciendo su aceptabilidad por el paciente además de distrofia simpática, lesión del nervio mediano, aneurisma o isquemia distal. Siendo de suma importancia valorar la irrigación y flujo sanguíneo por prueba de Allen antes de su toma. Por su otra parte la gasometría venosa es más segura, ya que requiere menos punciones y reduciendo así el riesgo de daño por pinchazo de aguja para el profesional de la salud. (13,14). El daño arterial a nivel radial podría afectar procedimientos y técnicas futuras como cateterismos coronarios o cirugías de shunt, tomando como alternativa otros abordajes o procedimientos no confortables para el paciente. (15)

El poner un catéter arterial para muestras continuas tiene un riesgo de 1% de complicaciones graves lo que da lugar a una morbilidad de entre los 8 millones y los 2.5 millones de los catéteres en las terapias de América y Europa.(16) Sin embargo, en México desconocemos las tasas de infecciones y complicaciones en los distintos medios hospitalarios ya que no se reportan un gran número de procedimientos. Debe ser de suma importancia el cuidado de un catéter arterial en pacientes críticamente graves a cargo del servicio tratante llevando una bitácora de progreso del mismo. De igual manera,

debería instalarse mejores protocolos de higiene y cuidado de catéteres para evitar tasas de infecciones ya que son pacientes mayormente inmunodeprimidos por su patología de base.

En el 2010, Solimán et al estudiaron los niveles de lactato de 433 pacientes en una terapia intensiva definiendo hiperlactatemia como una concentración sérica de lactato mayor o igual a 2 mEq/L. El 45% de los pacientes tenían hiperlactatemia y se encontró una relación directa entre niveles de lactato y riesgo de muerte, alcanzando una mortalidad del 17% con concentraciones de lactato entre 2-4 mEq/L y de 64% en aquellos con concentraciones mayores a 8 mEq/L. También, se correlacionó con una mayor estancia hospitalaria en terapia intensiva y scores más altos de escalas de mortalidad como APACHE II y SOFA20. (8)

Otros estudios han correlacionado el exceso de lactato y déficit de base como indicadores de choque y su respuesta tras la resucitación en pacientes de trauma, encontrándose como parámetros predictivos del requerimiento de transfusión y riesgo de complicaciones como distrés respiratorio, falla renal, coagulopatía y otros. (17)

Otro estudio correlaciono los niveles de lactato venoso y arterial durante hemorragia (-0.38- 0.91 mmol/l) siendo estadísticamente mayores durante hemodilución (0.19- 0.29 mmol/l), encontrando una mala relación entre los mismos (17). En pacientes con shock que no puede diferenciarse la causa, el pronóstico es pobre cuando los niveles de lactato suben más de 4mmol/l. (18). En aquellos que sobreviven los niveles de lactato disminuyen el 10% durante la primera hora seguida del tratamiento de inicio. (19)

Según las últimas guías del paciente con shock séptico se recomienda una línea arterial para monitoreo estrecho de la presión invasiva para normar conducta inicial y progreso, evitando múltiples punciones. (20). En el estudio sepsis-3 lo definen como un nivel de lactato >2 mmol/l con la necesidad de vasopresores para mantener una presión arterial media de 65mmhg. Los efectos adversos en sepsis ocurren en pacientes con lactato de 2-4.(21)

Se han examinado los pacientes con infecciones, tomándose 3 grupos (lactato 0-25mmol/L, lactato 2.5-4 mmol/L y lactato >4mmol/L), encontrando una mortalidad de 28.4% en el ultimo grupo. (22,23)

Un estudio prospectivo mostro interés en determinar la concordancia entre la muestra venosa central contra la arterial, midiendo valores de ph, bicarbonato, exceso de base y lactato en pacientes de la unidad de cuidados intensivos. Todas las variables mostraron estrecha concordancia, la diferencia media entre los valores de pH arterial y venoso fue de 0.03 unidades, para bicarbonato 0.52mmol/l, para lactato 0.08mmol/l. Todos mostrando límites de concordancia estrechos del 95%. (24) La relación entre el lactato y el exceso de base venoso y arterial es menos clara. Con

respecto al lactato, un estudio (N=74) ha comparado los niveles de lactato venoso periférico con los niveles arteriales. Encontrando una diferencia media de 0.22mmol/l con intervalos de confianza del 95% de -1.3 a 1.7mmol/l. (23) En un estudio transversal mostro que la muestra venosa central de lactato representa u a buena correlación ($r=0.84$, $P < 0.0001$) con los niveles de lactato arterial. Se tomaron muestras a 238 pacientes a las 24 horas de la disfunción orgánica.(25)

La concentración de lactato en la sangre venosa mixta refleja el equilibrio entre la producción y la eliminación del lactato en todo el cuerpo. En un estudio retrospectivo, se analizaron 188 pacientes en los cuales se tomó muestra venosa y arterial encontrando diferencia de 2-4mmol/l con un intervalo de 95%. Sugiriendo que el lactato venoso es similar al lactato arterial recolectado dentro de un rango de 30 minutos, y puede usarse para detectar hiperlactatemia y estimar el aclaramiento de lactato en pacientes críticamente enfermos con insuficiencia circulatoria y/o respiratoria. (26)

En el contexto de cirugía cardiaca, la circulación extracorpórea también incrementa los niveles de lactato al inducir la hipoperfusión tisular y desacoplar el balance entre la demanda y aporte de oxígeno. (27)En este estudio se tomaron en cuenta 366 pares de muestras de 122 pacientes en 3 tiempos, durante la inducción, en el clipaje y al cerrar piel. Encontrando concordancia estrecha entre los valores gasométricos en los 3 tiempos($p < 0.0001$) (3). Por lo tanto, las mediciones de lactato en serie pueden ser valiosas en cirugía cardiaca para detectar problemas de oxigenación tisular, predecir complicaciones y aplicar estrategias preventivas. (28)

En pacientes postoperados de cirugías cardiovasculares, el compromiso hemodinámico por la manipulación cardiaca durante el evento quirúrgico, el uso de circulación extracorpórea y comorbilidades asociadas, independiente a la enfermedad de base conlleva una serie de cambios en la homeostasis con compromiso en la micro circulación y la macro circulación desencadenado una respuesta inflamatoria sistémica y el aumento del lactato debido a la hipoperfusión sostenida tisular y el consecuente daño orgánico, siendo evidenciado de manera predominante en el post operatorio inmediato. Los niveles de lactato funcionan como un marcador confiable de la hipoperfusión en pacientes hemodinamicamente inestables correlacionándose directamente con la mortalidad al estar aumentado, de igual forma nos ayudan a detectar la hipoperfusión oculta antes de la presentación de una disfunción orgánica. (29)

En la mayoría de los pacientes en las diferentes áreas así como en quirófano, una vez que el paciente es estabilizado tras cirugía y se extuba, la línea arterial suele retirarse, permaneciendo muchas veces los catéteres venosos periféricos o el central hasta que es egresado a una unidad de cuidados postoperatorios o a un terapia intensiva. Muchas veces este catéter no suele ser necesario inmediatamente, pero a veces por

complicaciones subsecuentes o alteraciones gasométricas suelen recurrir a múltiples punciones en lugar de volver a restablecer una línea arterial. Es ahí la importancia de buscar diferentes alternativas que puedan disminuir la incomodidad del enfermo. (30)

En un estudio donde se evaluó la concordancia entre la gasometría arterial y venosa central en postoperados de cirugía de revascularización miocárdica encontrando que los parámetros con mejor concordancia fueron el pH y el lactato. Se estudiaron 206 muestras de 103 sujetos postoperados, el pH y el lactato tuvieron una diferencia media de 0.029 ± 0.048 (-0.018, 0.077) y -0.12 ± 0.22 (-0.57, 0.33) respectivamente. (31)

Valorando las posibles variaciones que pueden generar discordancia en los resultados, incluyendo estado de choque, insuficiencia cardíaca, bajo gasto cardíaco, obesidad, alteraciones renales, hepáticas y metabólicas. Buscamos determinar si los valores de lactato obtenidos por medio de sangre venosa se correlacionan y son concordantes con los obtenidos en gases arteriales en el paciente sometido a una cirugía dentro de quirófano, y justificar el uso clínico rutinario de los gases sanguíneos venosos en reemplazo de los gases arteriales. (32)

Consideramos que hay una investigación deficiente dentro de nuestro ámbito de trabajo, específicamente en el intraoperatorio. Al realizar dicho estudio se planea buscar alternativas más seguras y menos traumáticas para nuestros pacientes, sin comprometer el riesgo o perjudicar al enfermo. Tomando así, mejores decisiones basadas en evidencia con estudios que respaldan la teoría de que el lactato venoso puede ser comparable al lactato arterial dentro de cirugía.

JUSTIFICACIÓN

El uso de gasometrías arteriales tiene complicaciones serias como la formación de pseudoaneurismas o trombosis de la arteria de la cual se toma la muestra, la toma de gasometría venosa central elimina los problemas relacionados a la toma arterial de las muestras, por lo que de encontrar una relación fuerte podría representar que la toma de gasometría venosa ser un sucedáneo de la muestra arterial y con esto reducir la tasa de eventos adversos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La toma de gasometrías arteriales tiene varias complicaciones técnicas, como el poder acceder a un vaso arterial y la incomodidad del paciente. En el ámbito anestésico, por procedimiento quirúrgico en ocasiones se tienen que tomar grandes cantidades de muestras con los riesgos que estos conllevan, formación de pseudoaneurismas, isquemia distal del miembro, en ocasiones el objetivo de la toma de la gasometría es solo valorar la cantidad de lactato en sangre, así como del equilibrio ácido base. La mayoría de los pacientes que entran a quirófano en nuestra unidad tiene colocado un catéter venoso central, por lo que es accesible la toma de muestras venosas son causar un daño al paciente. La medición de lactato en muestras venosas podría evitar el desarrollo de complicaciones arteriales antes mencionadas.

OBJETIVOS DE TRABAJO

Objetivo general:

Determinar el grado de correlación entre una muestra de lactato arterial y venosa en pacientes sometidos a cirugía programada con presencia de catéter venoso central.

Objetivos específicos:

- Comparar la correlación de Pearson entre el lactato arterial y venoso central tomados en gasometrías simultaneas.
- Correlacionar el exceso de base entre gasometría arterial y venosa central.
- Recabar la incidencia de complicaciones asociadas a la toma de gasometrías arteriales.

HIPÓTESIS

Hipótesis nula

El valor de la gasometría arterial y venosa central tomadas de manera simultánea en un procedimiento quirúrgico programado tienen correlación entre sí.

Hipótesis alterna

El valor de la gasometría arterial y venosa central tomadas de manera simultánea en un procedimiento quirúrgico programado no se correlación entre sí.

MATERIAL Y MÉTODOS

Universo de trabajo

Pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos programados en el Bloque B de la Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Especialidades, del Centro Médico Nacional "Siglo XXI", del Instituto Mexicano del Seguro Social en la Ciudad de México, en el periodo comprendido del 01 de febrero de 2021 al 31 de enero de 2022, de cualquier género, mayores de 18 años, con presencia de catéter venoso central. Se realizará un estudio analítico, retrospectivo, observacional, transversal de centro único. Se utilizará un instrumento de recolección de datos para su análisis posterior.

DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

VARIABLES		ESCALA	DEFINICIÓN	OPERACIONALIZACIÓN
Edad	Cuantitativa	Discreta	Medida cronológica que abarca el tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el ingreso hospitalario.	Valor numérico expresado en años referido por el paciente
Genero	Cualitativa dicotómica	Nominal	Condición anatómica y actitudinal que distingue el macho de la hembra.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Masculino 2. Femenino
Lactato arterial	Cuantitativa	Continua	El lactato es un metabolito de la glucosa producido por los tejidos corporales en condiciones de suministro insuficiente de oxígeno.	Valor numérico expresado en mmol/L
Lactato venoso	Cuantitativa	Continua	El lactato es un metabolito de la glucosa producido por los tejidos corporales en condiciones de suministro insuficiente de oxígeno.	Valor numérico expresado en mmol/L
Exceso de base	Cuantitativa	Continua	cantidad de ácido requerido para volver el pH de la sangre de un individuo al valor normal.	Valor numérico expresada en unidades adimensionales.
Complicaciones asociadas a la toma de gasometría arterial	Cualitativa	Dicotómica	Presencia o no de eventos adversos asociados a la toma de gasometría arterial.	Valor dicotómico expresado en <ul style="list-style-type: none"> • Si • No

MUESTRA POBLACIONAL

Se tomarán datos de pacientes seriados que ingresen a cirugía en el periodo determinado. Se trabajará con el universo, por lo que será una muestra no probabilística a conveniencia del investigador.

ANÁLISIS DE DATOS.

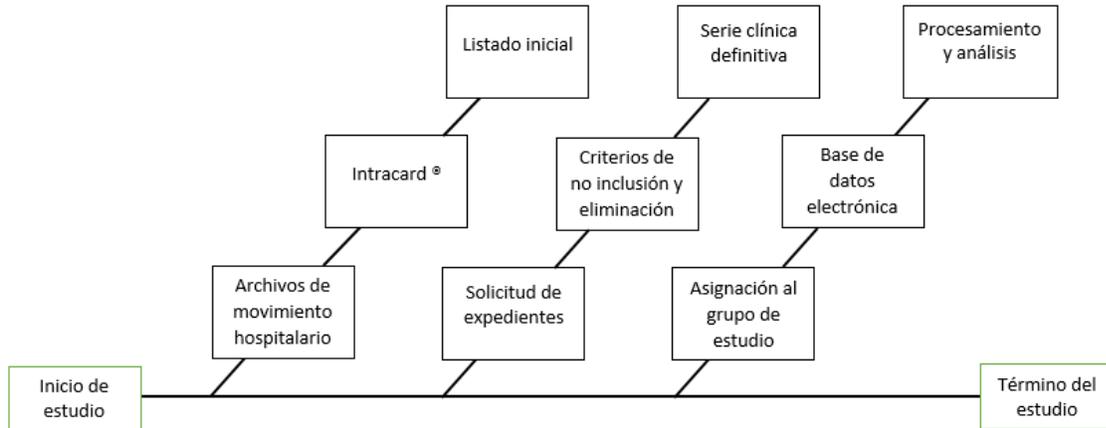
Los datos obtenidos con variables cuantitativas se expresarán en medias y desviación estándar; para cualitativas nominales tasas de razones y proporciones. El contraste de las diferencias se realizará previas pruebas de normalidad con la prueba T de student como paramétrica y U de Mann Whitney como no paramétrica. Los datos categóricos se analizarán con la prueba Chi cuadrada de Pearson. Sera considerado significativo todo valor de probabilidad <0.05 . Los datos serán procesados mediante el programa estadístico SPSS para Windows versión 24.0.

Los resultados se presentarán en tablas y gráficos.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO.

Con el objetivo de conocer si existe correlación entre el nivel de lactato sérico de gasometría arterial y venosa central en pacientes sometidos a cirugía programada, se realizará un estudio analítico, retrospectivo, transversal y observacional que incluirá pacientes mayores de 18 años de edad, de cualquier género sometidos durante el periodo comprendido del 01 de febrero de 2021 al 31 de enero de 2022, en el Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional "Siglo XXI". Para la obtención del listado de pacientes, se llevará a cabo una revisión de los archivos de movimiento hospitalario.

Se tomará nombre y número de seguridad social, de igual forma se revisarán las copias de los informes del servicio de anestesiología. Se solicitarán los expedientes clínicos y electrónicos en el departamento de archivo, y se les aplicarán los criterios de no inclusión y de eliminación, seleccionando así la serie clínica definitiva. Los datos obtenidos serán recogidos en un formulario de fácil aplicación, con pruebas diseñadas para tal fin. El proceso de identificación de expedientes de pacientes será realizado por el personal en adiestramiento de Anestesiología. Los datos obtenidos serán exportados a una base de datos electrónica para su procesamiento posterior.



INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

NOMBRE (INICIALES):

NSS:

EDAD:	GENERO:			

	ESPECIFICACIÓN:	PH	EB	LACTATO ARTERIAL	LACTATO VENOSO	LACTATO	REPORTA ADVERSO (SI/NO)
1	ARTERIAL						
2	VENOSA						
3	ARTERIAL						
4	VENOSA						
5	ARTERIAL						
6	VENOSA						

EVENTOS ADVERSOS RELACIONADOS CON LA MANIOBRA:

OBSERVACIONES _____

ASPECTOS ÉTICOS

El presente estudio se apegará a lo establecido en el Reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud en sus artículos 17, 100 y 101.

Al ser un estudio observacional, retrospectivo, con la obtención de datos mediante el expediente clínico con base en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, de acuerdo con el artículo 17 (inciso I) se clasifica como: sin riesgo. Por lo que no es necesaria la obtención de un consentimiento informado, por lo cual se agrega la carta de excepción de carta de consentimiento informado, nuevo requisito del comité de ética para obtener la autorización de los sujetos de estudio o bien, sus representantes legales para la revisión y obtención de datos del expediente clínico.

Asimismo, se contempla de acuerdo a los lineamientos éticos de la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, adoptada por la 18ª Asamblea Médica Mundial Helsinki 1975, Finlandia, Junio 1964 y enmendada por la 29ª Asamblea Médica Mundial Tokio, Japón, Octubre de 1975. 35ª Asamblea Médica Mundial Venecia, Italia, Octubre de 1983. 41ª Asamblea Médica Mundial Hong Kong, Septiembre 1989, 48ª Asamblea General Somerset West, Sudáfrica, Octubre 1996 y la 52ª Asamblea General Edimburgo, Escocia, Octubre 2000. Nota de Clarificación del Párrafo 29, agregada por la Asamblea General de la AMM, Washington 2002. Nota de Clarificación del Párrafo 30, agregada por la Asamblea General de la AMM, Corea 2008.

La investigación se realizará posterior a la autorización por parte del Hospital de Especialidades Dr. Bernardo Sepúlveda y la aprobación del proyecto por parte del Comité de Ética en Investigación de esta institución. En esta investigación predomina el criterio de respeto a la dignidad y la protección de los derechos propios de cada individuo y su bienestar.

En esta investigación se garantizará la privacidad del individuo y la confidencialidad de sus datos, ya que para identificar a los pacientes no se utilizarán sus nombres sino un código correspondiente con su número de identificación. Esto con el objetivo de no perjudicar a ningún individuo dada la condición de vulnerabilidad por ser población subalterna.

El presente estudio no implica riesgo físico alguno a la integridad del paciente por las características del estudio, al no contar con la participación directa del individuo, por lo que no se esperan represalias ni efectos adversos que puedan afectar al individuo. No se obtendrá ningún beneficio para los participantes, lo cual el mayor beneficio será de aspecto científico. No se buscará el beneficio personal, si no el beneficio colectivo contribuyendo a mejorar la atención anestésica en los pacientes dentro de quirófano, para realización de intervenciones futuras más seguras y con mejores resultados. Los resultados obtenidos de la investigación, se utilizarán únicamente para beneficio científico y académico. La información obtenida será estrictamente confidencial. El estudio será realizado por profesionales de la salud, con conocimiento y experiencia para cuidar la información médica protegida.

La base de datos y los resultados del proyecto quedarán a disposición del Hospital de Especialidades Dr. Bernardo Sepúlveda, de las autoridades regionales de vigilancia epidemiológica, y de la comunidad científica en general como base para realizar futuras investigaciones o intervenciones en esta área. Ningún dato será utilizado fuera del uso de investigación y realización de la tesis presente, apegados a la Ley General de Salud.

Este protocolo cumple con los requisitos para que una investigación sea ética. Según los principios éticos universales, en este estudio se aplica el respeto a las personas ya que los pacientes serán evaluados como autónomos. El principio de Beneficencia se aplica al procurar en todo momento el bienestar de los individuos, no causará perjuicio y los beneficios serán muchos. Los pacientes serán incluidos al estudio según los criterios previamente establecidos utilizando el principio de justicia para no caer en la desigualdad entre los pacientes. Finalmente, es un estudio de gran relevancia ya que los resultados tendrán impacto en este problema de gran importancia en salud pública y justificar los riesgos con mejores prácticas, como la toma de decisiones dentro de quirófano en cuanto a la toma arterial o venosa de una gasometría.

FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Factibilidad Operativa:

Se cuenta con recursos humanos dotados de conocimientos, habilidades, destrezas y experiencia para la ejecución de los procesos necesarios para el logro de los objetivos previamente planteados durante la operación del proyecto.

Factibilidad Técnica:

Se cuenta con las herramientas (elementos tangibles) suficientes para efectuar las actividades o procesos que requiere el protocolo de investigación.

Factibilidad Económica:

Se cuenta con los recursos económicos necesarios para desarrollar o llevar a cabo las actividades o procesos que requiere el protocolo de investigación.

RECURSOS

Recursos humanos:

- Médico Adscrito al Servicio de Anestesiología: Responsable del diseño metodológico.
- Médico Adscrito al Servicio de Anestesiología: Encargado del análisis de las variables.
- Personal en adiestramiento en Anestesiología: Encargado del registro de las variables e ingreso de estas a una base de datos electrónica.

Recursos físicos:

El estudio se llevará a cabo en el área de quirófano del bloque B del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional “Siglo XXI”.

Recursos materiales:

- **Activo circulante**
 - Material de papelería
- **Activo fijo**
 - Computadora personal

Recursos financieros:

El costo de la investigación será absorbido por la institución hospitalaria, ya que esta cuenta con los recursos para llevarla a cabo.

PRODUCTOS ESPERADOS

Los principales productos de la ejecución de este proyecto de investigación se resumen de la siguiente manera:

- La constitución de una base de datos sobre los pacientes sometidos cirugía programada en el Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional “Siglo XXI”.
- Edición de material impreso en la forma de un Trabajo terminal, que recogerá la experiencia y los aprendizajes logrados a través del proyecto de investigación.
- Edición de un artículo científico, que recogerá la sistematización realizada en el tema, así como las experiencias del proyecto en el desarrollo de la investigación propuesta con una especial referencia a la situación en nuestra Institución Hospitalaria.

ANEXOS



GOBIERNO DE
MÉXICO



Fecha: 07/Mayo/2022

SOLICITUD DE EXCEPCION DE LA CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Para dar cumplimiento a las disposiciones legales nacionales en materia de investigación en salud, solicito al Comité de Ética en Investigación del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI, que apruebe la excepción de la carta de consentimiento informado debido a que el protocolo de investigación "CORRELACION DE LACTATO VENOSO Y ARTERIAL EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGIA PROGRAMADA EN EL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DEL CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI", es una propuesta de investigación sin riesgo que implica la recolección de los siguientes datos ya contenidos en los expedientes clínicos:

- Parámetros de gasometría, estudios de laboratorio, datos de hoja de perfusión, balance de líquidos, edad, género, sañgrado, complicaciones, tiempos quirúrgicos y anestésicos, volúmenes y tipos de cebado en bomba, datos del registro transanestésico.

MANIFIESTO DE CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCION DE DATOS

En apego a las disposiciones legales de protección de datos personales, me comprometo a recopilar solo la información que sea necesaria para la investigación y esté contenida en el expediente clínico y/o base de datos disponible, así como codificarla para imposibilitar la identificación del paciente, resguardarla, mantener la confidencialidad de esta y no hacer mal uso o compartirla con personas ajenas a este protocolo.

La información recabada será utilizada exclusivamente para la realización del protocolo "CORRELACION DE LACTATO VENOSO Y ARTERIAL EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGIA PROGRAMADA" cuyo propósito es producto de presentación de tesis para obtener el grado de Anestesiología.

Estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento se procederá acorde a las sanciones que procedan de conformidad con lo dispuesto en las disposiciones legales en materia de investigación en salud vigentes y aplicables.

Atentamente

Nombre: **Dr. María Guadalupe Escalona Hernández**

Categoría contractual: **Medico Adscrito al Servicio de Anestesiología Del Hospital De Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI**

Investigador(a) Responsable



Ricardo
2022 Flores
Año de Magón

INSTITUTO DE LA REVOLUCION MEXICANA

RESULTADOS:

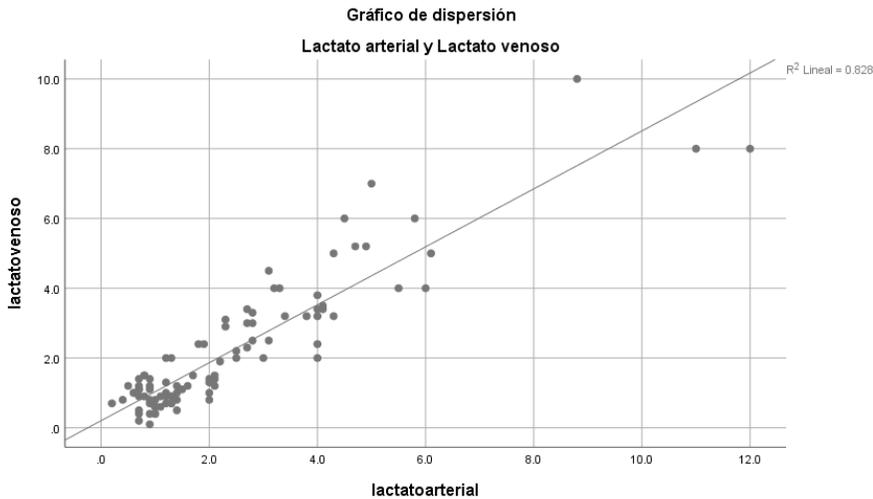
De marzo del 2021 al 31 de enero del 2022 se recabaron 94 gasometrías de pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos programados, se tomaron gasometría arterial y venosa central y se procesaron en gasómetro de laboratorio de terapia intensiva de la unidad. Las muestras se transportaron en sistema de refrigeración y se excluyeron muestras procesadas 10 minutos posterior a la toma. Se recopilaron los siguientes datos: lactato arterial, lactato venoso, ph arterial, ph venoso, exceso de base arterial y venoso en hoja de recolección de datos. Al término del estudio se realizó análisis estadístico con programa SPSS versión 25. Se describen las medias y las desviaciones estándar de los datos recopilados en la tabla 1. No se reportaron eventos adversos asociados a la punción arterial en la cohorte presente. Se aplicó prueba de kolmogorov smirnov con una $p= 0.00$ con lo que se concluyó distribución no paramétrica de las medias de lactato arterial y venoso. Se realizó prueba de wilcoxon con la finalidad de detectar diferencias entre las medias con una p de 0.05 con lo que se concluye no existir diferencias estadísticamente significativas entre las medias.

Tabla 1: Estadísticos descriptivos de variables estudiadas.

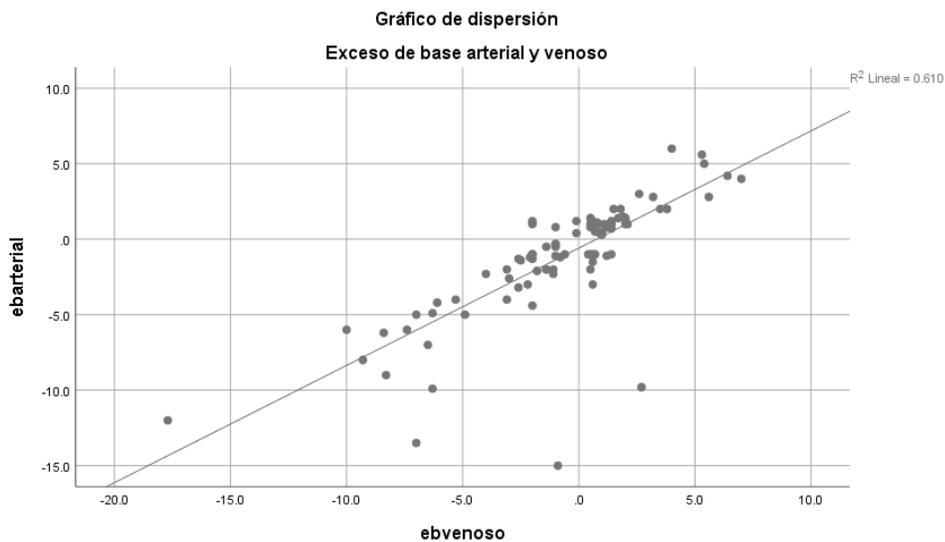
Variable	Lactato venoso	Lactato arteria	Ph arterial	Ph venoso	EB arterial	Eb venoso
Media	2.21	2.41	7.35	7.36	-1.19	-0.77
SD	1.91	2.09	0.05	0.06	3.81	3.85

Se aplicó análisis de correlación de Pearson con un alfa de 0.01, con lo que se obtiene una correlación fuerte del 0.91 entre el lactato arterial y venoso tomados de manera simultánea con una p de 0.00, con una correlación fuerte entre ambos valores como se muestra en el gráfico de dispersión 1.

Tabla 2: Gráfico de dispersión de lactato arterial y venoso.



Con respecto al exceso de base arterial y venoso, se realiza prueba de kolmogorov smirnov con una p de 0.15 y 0.13 respectivamente con lo que se concluyó que la muestra se distribuye de manera normal. Se aplicó prueba T student para muestras relacionadas con un valor de $p= 0.177$ sin diferencias estadísticamente significativas entre ambas medias. Se aplica correlación de Pearson con una $r= 0.78$ con una $p=0.00$, con una relación fuerte entre ambas variables.



CONCLUSIONES:

La toma de gasometría arterial y venosa dentro de quirófano es una práctica habitual del Anestesiólogo para guiar la terapia hidroelectrolítica, respiratoria, evaluar los gases arteriales sanguíneos, la función respiratoria, la terapia hídrica y sobre todo la valoración del aporte y consumo de oxígeno por medio del lactato. Actualmente, al ser una practica habitual en el quirófano, nos encontramos con una amplia variedad de pacientes con múltiples patologías. Muchos de ellos, multipuncionados, hipotensos, con circulación colateral o periférica comprometida, anticoagulados etc. En el presente estudio se hizo una amplia investigación en la literatura encontrando que la toma repetida de gasometrías arteriales puede resultar en múltiples efectos adversos ya descritos, desde leves a graves.

Por tal condición, se realizo este estudio con 94 muestras de gasometrías arteriales y venosas (muestra de catéter central), para valorar la correlación de ambas. Se realizó prueba de wilcoxon detectándose diferencias entre las medias con una p de 0.05 con lo que se concluye no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas. De igual manera, la correlación entre parámetros venosos vs arteriales fue fuerte.

Estos resultados aportan de manera positiva a la formulación de diferentes estrategias para valoración de gases arteriales, siendo de amplia utilidad una muestra venosa sin aumentar el riesgo significativo de morbimortalidad en los pacientes. Si bien, en nuestro estudio la tasa de complicaciones fue nula, en la literatura se reportan diferentes índices y tasa de complicaciones sobre todo en cohortes mas grandes.

En la actualidad, esta concordancia entre valores venosos y arteriales está desatando mayor interés en el ámbito médico. Los resultados generales apuntan al menor uso de pruebas invasivas, optando por los mismos resultados con pruebas mas conservadoras. Es por eso, que cada vez se está viendo mayor tendencia en el uso de gasometría venosa central para valoración del estado hemodinámico del paciente critico dentro del quirófano, lo cual se podrían formular estrategias terapéuticas con un adecuado rango de seguridad sin el apoyo de una muestra arterial. Sobre todo, en aquellos pacientes, con mayor vulnerabilidad a presentar complicaciones asociada a la técnica arterial.

REFERENCIAS :

1. Cecconi M, De Backer D, Antonelli M, Beale R, Bakker J, Hofer C, et al. Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med.* 2014;40(12):1795-815. DOI: 10.1007/s00134-014-3525-z
2. Rudkin SE, Kahn CA, Oman JA, Dolich MO, Lotfipour S, Lush S, et al. Prospective correlation of arterial vs venous blood gas measurements in trauma patients. *Am J Emerg Med.* 2012;30(8):1371-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2011.09.027>
3. Tezcan B, Mungan İ, Şaylan A, Ademoğlu D, Sarı S, Bayındır Dicle Ç, et al. Does Central Venous Lactate Measurement Replace Arterial Lactate Measurement in Cardiac Surgery? *J Anesth.* 2020;28(4):261-6. DOI: 10.5222/jarss.2020.80299
4. Bloom B, Pott J, Freund Y, Grundlingh J, Harris T. The agreement between abnormal venous lactate and arterial lactate in the ED: a retrospective chart review. *Am J Emerg Med.* United States; 2014;32(6):596-600. DOI: 10.1016/j.ajem.2014.03.007
5. Scott C. Anaerobic Metabolism. *Dans:* 2008. DOI: 10.1007/978-1-60327-383-1_10
6. Zhang Z, Xu X. Lactate clearance is a useful biomarker for the prediction of all-cause mortality in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis*. *Crit Care Med.* United States; 2014;42(9):2118-25. DOI: 10.1097/CCM.0000000000000405
7. Bermúdez-Rengifo WA, Fonseca-Ruiz NJ. Utilidad del lactato en el paciente críticamente enfermo. *Acta Colomb Cuid Intensivo.* 2016;16(2):80-9. DOI: 10.1016/j.acci.2016.01.002
8. Soliman HM, Vincent J-L. Prognostic value of admission serum lactate concentrations in intensive care unit patients. *Acta Clin Belg.* England; 2010;65(3):176-81. DOI: 10.1179/acb.2010.037

9. Marty P, Roquilly A, Vallée F, Luzi A, Ferré F, Fourcade O, et al. Lactate clearance for death prediction in severe sepsis or septic shock patients during the first 24 hours in Intensive Care Unit: an observational study. *Ann Intensive Care*. 2013;3(1):3. DOI: 10.1186/2110-5820-3-3
10. Singh NG, Prasad SR, Manjunath V, Nagaraja PS, Adoni PJ, Gopal D, et al. Evaluation of adjusted central venous blood gases versus arterial blood gases of patients in post-operative paediatric cardiac surgical intensive care unit. *Indian J Anaesth*. 2015;59(10):630-5. DOI: 10.4103/0019-5049.167492
11. Schütz N, Roth D, Schwameis M, Röggl M, Domanovits H. Can Venous Blood Gas Be Used as an Alternative to Arterial Blood Gas in Intubated Patients at Admission to the Emergency Department? A Retrospective Study. *Open Access Emerg Med*. 2019;11:305-12. DOI: 10.2147/OAEM.S228420
12. Graham CA, Leung LY, Lo RS, Lee KH, Yeung CY, Chan SY, et al. Agreement between capillary and venous lactate in emergency department patients: prospective observational study. *BMJ Open*. 2019;9(4):e026109. DOI: 10.1136/bmjopen-2018-026109
13. Tousif S, Avendaño-Capriles CA, Shamim K, Shah H, Wali S, Barkat R. Agreement and Correlation Between Arterial and Venous Blood pH, PO₂, PCO₂, Lactate, and HCO₃. *Cureus*. 2021;13(9):e18401. DOI: 10.7759/cureus.18401
14. Khan ZH, Samadi S, Sadeghi M, Alemohammad MG, Zanjani AP, Adine-Hashtjin S, et al. Prospective study to determine possible correlation between arterial and venous blood gas values. *Acta Anaesthesiol Taiwanica Off J Taiwan Soc Anesthesiol. China (Republic : 1949-)*; 2010;48(3):136-9. DOI: 10.1016/S1875-4597(10)60045-8
15. Dev SP, Hillmer MD, Ferri M. Arterial Puncture for Blood Gas Analysis. *N Engl J Med*. Massachusetts Medical Society; 2011;364(5):e7. DOI: 10.1056/NEJMvcm0803851
16. Scheer B, Perel A, Pfeiffer UJ. Clinical review: complications and risk factors of peripheral arterial catheters used for haemodynamic monitoring in anaesthesia

- and intensive care medicine. *Crit Care*. 2002;6(3):199-204. DOI: 10.1186/cc1489
17. Kozek-Langenecker SA, Ahmed AB, Afshari A, Albaladejo P, Aldecoa C, Barauskas G, et al. Management of severe perioperative bleeding: guidelines from the European Society of Anaesthesiology: First update 2016. *Eur J Anaesthesiol*. England; 2017;34(6):332-95. DOI: 10.1097/EJA.0000000000000630
 18. BRODER G, WEIL MH. EXCESS LACTATE: AN INDEX OF REVERSIBILITY OF SHOCK IN HUMAN PATIENTS. *Science*. United States; 1964;143(3613):1457-9. DOI: 10.1126/science.143.3613.1457
 19. VINCENT J-L, DUFAYE P, BERRÉ J, LEEMAN M, DEGAUTE J-P, KAHN RJ. Serial lactate determinations during circulatory shock. *Crit Care Med* [En ligne]. 1983;11(6). Disponible: https://journals.lww.com/ccmjournal/Fulltext/1983/06000/Serial_lactate_determinations_during_circulatory.12.aspx
 20. Boulain T, Garot D, Vignon P, Lascarrou J-B, Benzekri-Lefevre D, Dequin P-F. Predicting arterial blood gas and lactate from central venous blood analysis in critically ill patients: a multicentre, prospective, diagnostic accuracy study. *Br J Anaesth*. England; 2016;117(3):341-9. DOI: 10.1093/bja/aew261
 21. Oi Y, Mori K, Yamagata H, Nogaki A, Takeda T, Watanabe C, et al. Peripheral venous lactate levels substitute arterial lactate levels in the emergency department. *Int J Emerg Med*. 2022;15(1):7. DOI: 10.1186/s12245-022-00410-y
 22. Casserly B, Phillips GS, Schorr C, Dellinger RP, Townsend SR, Osborn TM, et al. Lactate measurements in sepsis-induced tissue hypoperfusion: results from the Surviving Sepsis Campaign database. *Crit Care Med*. United States; 2015;43(3):567-73. DOI: 10.1097/CCM.0000000000000742
 23. van Tienhoven AJ, van Beers CAJ, Siegert CEH. Agreement between arterial and peripheral venous lactate levels in the ED: A systematic review. *Am J Emerg Med*. United States; 2019;37(4):746-50. DOI: 10.1016/j.ajem.2019.01.034
 24. Middleton P, Kelly A-M, Brown J, Robertson M. Agreement between arterial and

- central venous values for pH, bicarbonate, base excess, and lactate. *Emerg Med J.* 2006;23(8):622-4. DOI: 10.1136/emj.2006.035915
25. Nascente APM, Assunção M, Guedes CJ, Freitas FGR, Mazza BF, Jackiu M, et al. Comparison of lactate values obtained from different sites and their clinical significance in patients with severe sepsis. *Sao Paulo Med J. Brazil;* 2011;129(1):11-6. DOI: 10.1590/s1516-31802011000100003
 26. Réminiac F, Saint-Etienne C, Runge I, Ayé DY, Benzekri-Lefevre D, Mathonnet A, et al. Are central venous lactate and arterial lactate interchangeable? A human retrospective study. *Anesth Analg. United States;* 2012;115(3):605-10. DOI: 10.1213/ANE.0b013e31825e703e
 27. Swan H, Sanchez M, Matthew Tyndall C, Koch C. Quality control of perfusion: Monitoring venous blood oxygen tension to prevent hypoxic acidosis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1990;99(5):868-72. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-5223\(19\)36902-8](https://doi.org/10.1016/S0022-5223(19)36902-8)
 28. Svenmarker S, Häggmark S, Östman M. What is a normal lactate level during cardiopulmonary bypass? *Scand Cardiovasc J.* Taylor & Francis; 2006;40(5):305-11. DOI: 10.1080/14017430600900261
 29. Meregalli A, Oliveira RP, Friedman G. Occult hypoperfusion is associated with increased mortality in hemodynamically stable, high-risk, surgical patients. *Crit Care.* 2004;8(2):R60. DOI: 10.1186/cc2423
 30. Singh NP, Vargas FS, Cukier A, Terra-Filho M, Teixeira LR, Light RW. Arterial blood gases after coronary artery bypass surgery. *Chest.* United States; 1992;102(5):1337-41. DOI: 10.1378/chest.102.5.1337
 31. Santos-Martínez LE, Guevara-Carrasco M, Naranjo-Ricoy G, Baranda-Tovar FM, Moreno-Ruíz LA, Herrera-Velázquez MA, et al. [Concordance between central venous and arterial blood gases in post-surgical myocardial revascularization patients in stable condition]. *Arch Cardiol Mex.* Mexico; 2014;84(3):147-54. DOI: 10.1016/j.acmx.2013.11.005
 32. Toftegaard M, Rees SE, Andreassen S. Correlation between acid-base

parameters measured in arterial blood and venous blood sampled peripherally, from vena cavae superior, and from the pulmonary artery. Eur J Emerg Med Off J Eur Soc Emerg Med. England; 2008;15(2):86-91. DOI: 10.1097/MEJ.0b013e3282e6f5c5