



**CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE MEDICINA
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO**

TESIS

**“COMPARACION DE GASOMETRIA RADIAL Y GASOMETRIA CAPILAR EN
PACIENTES HOSPITALIZADOS CON INSUFICIENCIA CARDIACA”**

PRESENTA

EFREN HERNANDEZ GODINEZ

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALIDAD EN CARDIOLOGIA

TUTOR(ES)

DR. EUFRACINO SANDOVAL RODRIGUEZ

DR. LUIS DELGADO LEAL

AGUASCALIENTES, AGS., A 01 DE FEBRERO 2014



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES



ANIVERSARIO
UAA

EFRÉN HERNÁNDEZ GODÍNEZ
ESPECIALIDAD EN CARDIOLOGÍA
P R E S E N T E

Por medio de la presente se le informa que en cumplimiento de lo establecido en el Reglamento General de Docencia en el Capítulo XVI y una vez que su trabajo de tesis titulado:

“COMPARACIÓN DE GASOMETRÍA RADIAL Y GASOMETRÍA CAPILAR EN PACIENTES HOSPITALIZADOS CON INSUFICIENCIA CARDIACA”

Ha sido revisado y aprobado por su tutor y consejo académico, se autoriza continuar con los trámites de titulación para obtener el grado de:
Especialista en Cardiología

Sin otro particular por el momento me despido enviando a usted un cordial saludo.

**ATENTAMENTE
“SE LUMEN PROFERRE”**

Aguascalientes, Ags., 6 de Febrero de 2014.

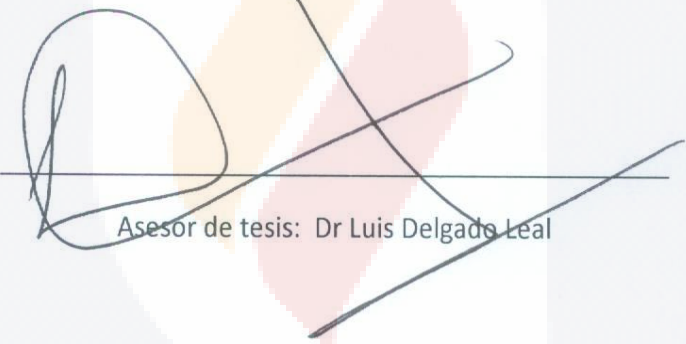
**DR. RAÚL FRANCO DÍAZ DE LEÓN
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

c.c.p. C. P. Ma. Esther Rangel Jiménez / Jefe de Departamento de Control Escolar
c.c.p. Archivo

DR CARLOS DOMINGUEZ REYES

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION:

Por medio de la presente le informo que he revisado el trabajo de tesis titulado:
COMPARACION DE PARAMETROS DE GASOMETRIA OBTENIDOS DE MUESTRA RADIAL Y MUESTRA CAPILAR EN PACIENTES CON INSUFICIENCIA CARDIACA, presentado por el Dr Efran Hernandez Godinez y lo considero completo y adecuado para su impresion.



Asesor de tesis: Dr Luis Delgado Leal



Asesor de tesis Dr Eufracino Sandoval Rodriguez



Jefe de Servicio: Jose Manuel Ramirez Isunza

Dr. José Manuel Ramírez Isunza
MEDICO CARDIOLOGO
CED. ESP. AECEM-28325

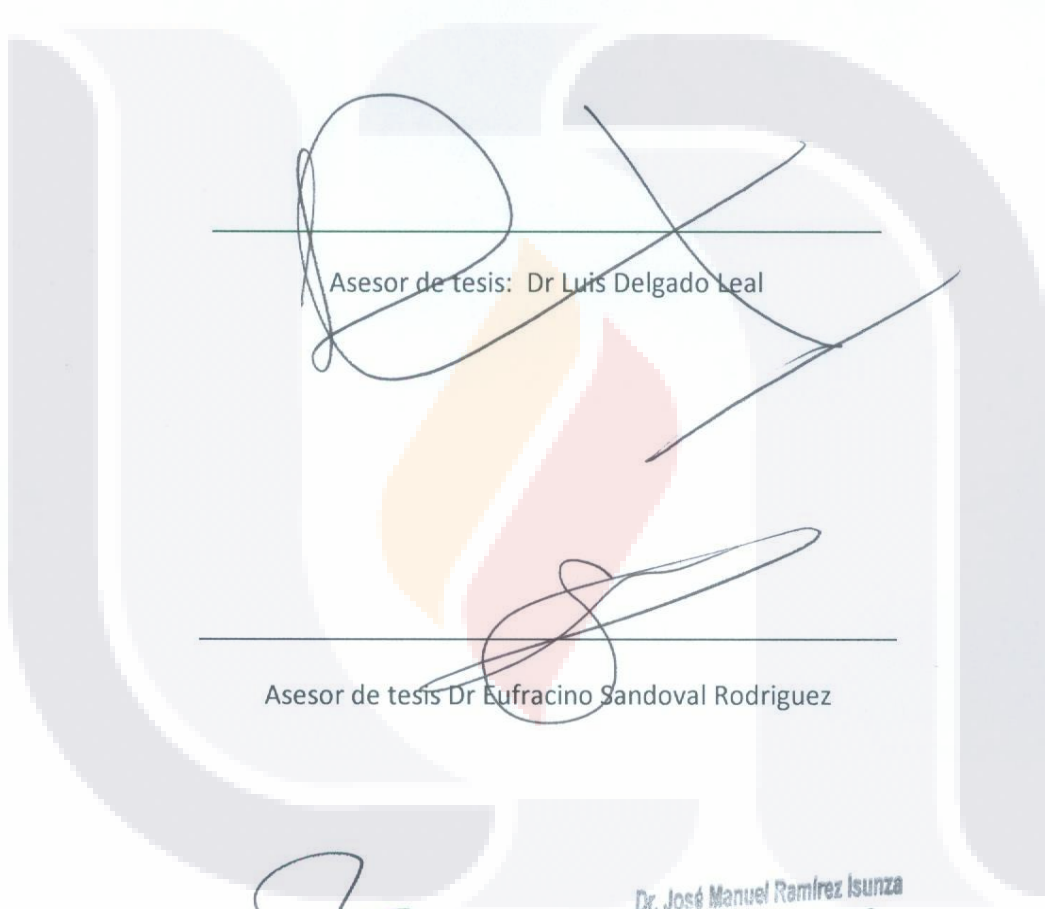
TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

AUTORIZACION PARA PRESENTACION DE TESIS

COMPARACION DE PARAMETROS DE GASOMETRIA ARTERIAL Y GASOMETRIA CAPILAR
OBTENIDOS DE MUESTRA RADIAL Y MUESTRA CAPILAR EN PACIENTES CON INSUFICIENCIA
CARDIACA

PRESENTA: DR EFREN HERNANDEZ GODINEZ



Asesor de tesis: Dr Luis Delgado Leal

Asesor de tesis Dr Eufracino Sandoval Rodriguez

Dr. José Manuel Ramírez Isunza
MEDICO CARDIOLOGO
CED ESP AECM-28325

Jefe de Servicio: Jose Manuel Ramirez Isunza

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL.....	1
INDICE DE TABLAS.....	2
INDICE DE GRAFICAS.....	3
RESUMEN.....	4
ABSTRACT.....	6
INTRODUCCION.....	7
I. MARCO TEORICO.....	8
Definicion de Insuficiencia cardiaca.....	8
Definicion de gasometría arterial.....	13
Interpretacion de gasometría.....	15
Obtención y análisis de la muestra.....	15
Interpretación de los resultados.....	16
Concepto de hipoxemia y de insuficiencia respiratoria.....	16
Ventilación alveolar y estado ventilatorio (evaluación de la PaCO ₂)....	17
Estimación del equilibrio ácido-base.....	18
II. METODOLOGIA	20
Definicion del problema.....	21
Justificacion.....	21
Objetivos.....	22
Hipotesis.....	22
Pregunta de investigacion.....	22
Características del estudio.....	23
Definicion de variables.....	24
III. MÉTODOS.....	25
VI. RESULTADOS.....	27
V. DISCUSION.....	33
CONCLUSIONES.....	34
BIBLIOGRAFIA.....	35
ANEXOS.....	37

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de insuficiencia cardiaca.....8

Tabla 2: tipos de variables utilizadas.....24

Tabla 3: características demográficas de los pacientes.....27

Tabla 4: Diagnosticos de los pacientes.....27



INDICE DE GRAFICAS

Grafica 1: Valores de pH.....29

Grafica 2: Valores de pO₂.....29

Grafica 3: Valores de pO₂ con Fi O₂ menor de 60%.....30

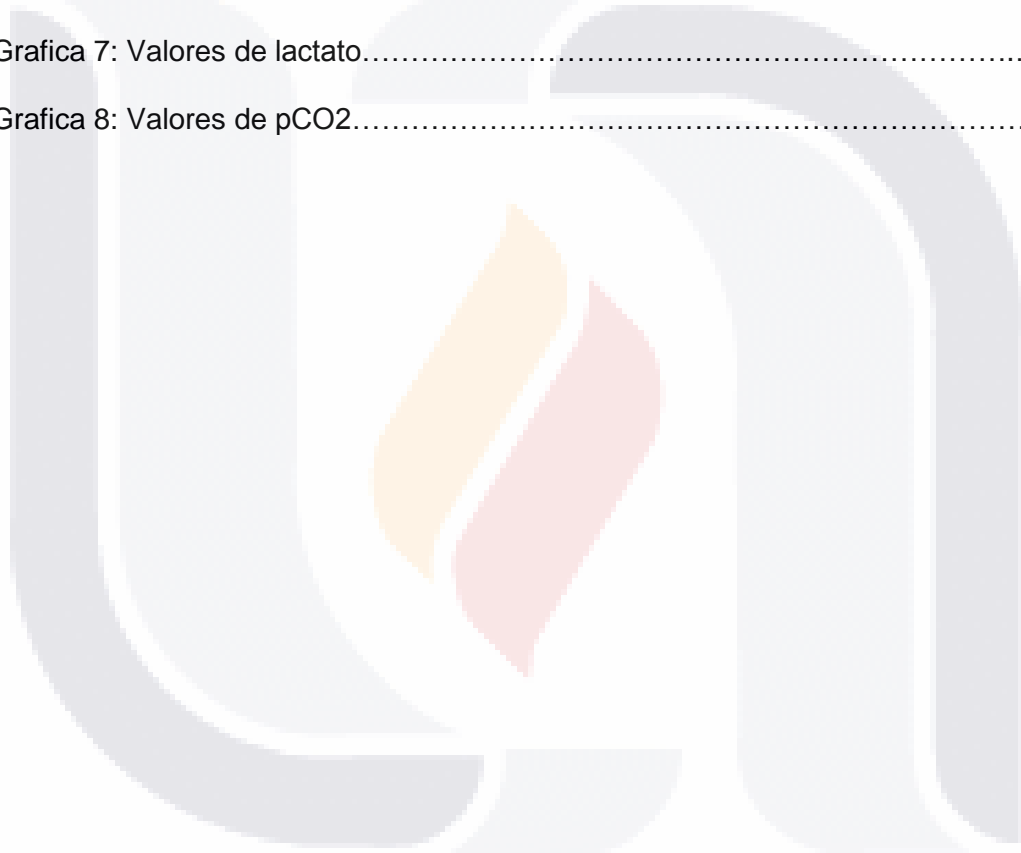
Grafica 4: Valores de pO₂ con Fi O₂ mayor de 60%.....30

Grafica 5: Valores de Sat O₂.....31

Grafica 6: Valores de HCO₃.....31

Grafica 7: Valores de lactato.....32

Grafica 8: Valores de pCO₂.....32



RESUMEN

COMPARACION DE GASOMETRIA RADIAL Y GASOMETRIA CAPILAR EN PACIENTES HOSPITALIZADOS CON INSUFICIENCIA CARDIACA”

INTRODUCCION. La gasometria arterial es un estudio de uso comun en los pacientes con agudizacion de insuficiencia cardiaca (IC). Por medio de este se puede conocer el estado de oxigenación del paciente. Ademas brinda información acerca de la función respiratoria y el equilibrio acido base. Comunmente la toma de muestra se realiza por puncion arterial radial o femoral, pero este procedimiento no es inocuo ni esta libre de complicaciones. Una opción para la toma de gasometrías arteriales de vía radial o femoral es la realización de gasometría arterial de sangre capilarizada, procedimiento realizado con frecuencia en las unidades de cuidados intensivos pediatricos. La toma de muestra arterial capilarizada para gasometría se convierte en una opción en aquellos paciente con difícil acceso a una arteria. **MATERIAL Y METODOS:** En este estudio prospectivo, observacional, en pacientes con insuficiencia cardiaca determinamos el nivel de acuerdo entre los valores obtenidos por muestra radial y capilar. Se incluyeron pacientes con IC ingresados al área de cuidados intensivos de cardiología, considerando como IC -FEVI menor de 50% -Signos clinicos de insuficiencia cardiaca (estertores, presencia de congestión de origen cardiaco). La toma de muestra arterial se realizó en la arteria radial con tecnica tradicional. De forma simultanean se realizó la toma de muestra capilar puncionando el pulpejo de la misma mano, previo tratamiento con pomada rubefaciente y se capto la sangre en tubos capilares de 150 microlitros, heparinizados con 70 UI por ml. El analisis de las muestras se realizó con gasometro Gem 3000 de Instrumentation Laboratory. **RESULTADOS:** Se analizaron muestras de 40 pacientes que cumplieron con los criterios de Inclusión. Los resultados se compararon con la prueba de correlacion de Pearson para determinar el acuerdo entre ambas muestras. Observamos una correlación adecuada para la mayoría de los valores obtenidos por ambas muestras. Para pH, PCO₂, saturación deoxigeno, HCO₃ y lactato la correlación fue bastante adecuada y significativa. En el caso de lo valores de PO₂ la correlación fue significativa en los casos de exposición a una fracción inspirada de oxigeno menor de 60% **CONCLUSION:** En la punción capilar, obtenemos sangre mezclada tanto de capilares venosos como arteriales. Al no existir un gradiente importante en las presiones de CO₂ de sangre venosa y capilar, ni una diferencia en los valores de pH,

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

HCO₃, lactato, saturación de oxígeno de los capilares venosos a los arteriales, estos valores no se modifican de forma importante.

No obstante el gradiente de PO₂ de sangre capilar arterial y sangre capilar venosa es mas importante, por lo cual, la diferencia de este parámetro obtenido por ambas muestras es mucho mayor.

Esta diferencia se observa mas marcada al aumentar la fracción inspirada de oxígeno, esto debido principalmente a la relación directamente proporcional de la concentración de la fracción inspirada de oxígeno y la PO₂.



ABSTRACT

COMPARISON OF ARTERIAL AND CAPILARY GASOMETRY IN PATIENTS WITH HEART FAILURE

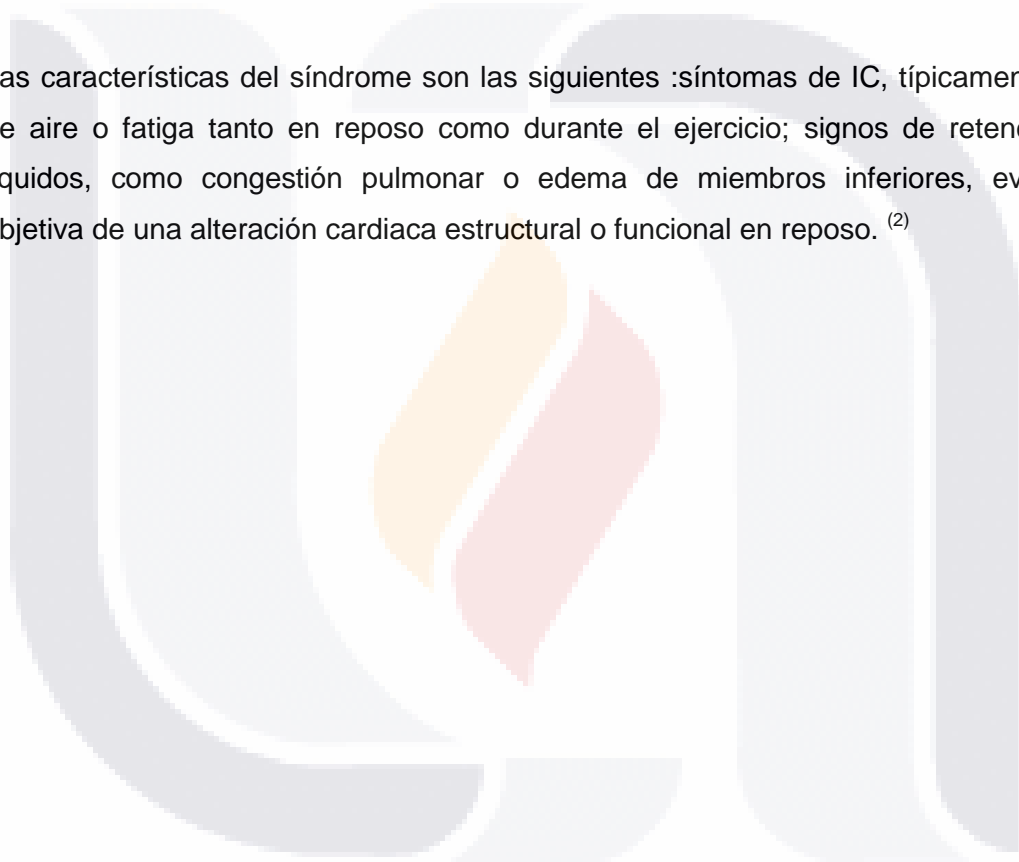
INTRODUCTION: Blood gas analysis is a study of common use in patients with exacerbation of heart failure (HF). Through this you can know the state of Oxygenation of the patient. Also provides information on respiratory function and acid-base balance. Commonly sampling is performed by radial or femoral arterial puncture, but this procedure is not safe or free from complications. One option for making radial arterial blood gases or femoral approach is to perform arterial blood gas analysis capillarised procedure done frequently in pediatric intensive care units. Capillarised making arterial blood gas sample becomes an option in those patients with difficult access to the artery. **MATERIAL AND METHODS:** In this prospective, observational study in patients with heart failure determine the level of agreement between the values obtained by radial and hair shows. HF patients admitted to the intensive care cardiology were included, considering IC - LVEF less than 50% - Clinical signs of heart failure (rales, presence of cardiac congestion). Taking blood sample was performed in the radial artery with traditional techniques. So simultaneous making capillary sample was performed by puncturing the heel of the same hand, pretreatment with rubefacient ointment and blood capillaries capto in 150 microliters, heparinized with 70 IU per ml. The analysis of samples was performed with gasometro Instrumentation Laboratory Gem 3000. **RESULTS:** Samples of 40 patients who met the criteria Inclusion. Los results were compared with the Pearson correlation test to determine the agreement between the two samples were analyzed. We observed a good correlation for most of the values obtained for both samples. For pH, PCO₂, deoxygenated saturation, HCO₃ and lactate correlation was quite adequate and meaningful. For what values of PO₂ correlation was significant in the case of exposure to a lower fraction of inspired oxygen of 60%. **CONCLUSION:** Capillary puncture both obtain mixed venous blood and arterial capillaries. In the absence of a significant pressure gradient in CO₂ venous and capillary blood, no difference in the values of pH, HCO₃, lactate, oxygen saturation of venous to arterial capillaries, these values do not change significantly. However gradient capillary PO₂ of arterial and venous blood capillary blood is more important, so the difference of this parameter obtained for both samples is much higher.

INTRODUCCION

La insuficiencia cardiaca (IC), es una condición en la que el daño funcional o estructural difuso de la miofibrilla (necrosis, apoptosis, isquemia o inflamación) o bien una sobrecarga hemodinámica excesiva, provoca disminución de la fuerza contráctil del corazón (por lo tanto de la fracción de expulsión); y consecuentemente aumentan los volúmenes ventriculares con o sin disminución del gasto cardíaco. ⁽¹⁾

La insuficiencia cardiaca es un síndrome complejo resultante de una disfuncion ventricular y constituye el punto final de una gran variedad de patologías.

Las características del síndrome son las siguientes :síntomas de IC, típicamente falta de aire o fatiga tanto en reposo como durante el ejercicio; signos de retención de líquidos, como congestión pulmonar o edema de miembros inferiores, evidencia objetiva de una alteración cardiaca estructural o funcional en reposo. ⁽²⁾



I. MARCO TEORICO

DEFINICION DE INSUFICIENCIA CARDIACA

La insuficiencia cardiaca s la incapacidad de mantener un adecuado gasto cardiaco de acuerdo a las diferentes necesidades metabólicas

Independientemente de la etiología la insuficiencia cardiaca lleva al paciente a una restricción en su capacidad funcional, parámetros ya establecidos por la New York Heart Association. También es posible clasificarla de acuerdo a la gravedad del daño miocárdico.

Tabla 1: Clasificación de insuficiencia cardiaca.

Estadíos ACC/AHA		Clasificación NYHA	
A	Alto riesgo de IC pero sin alteraciones estructurales o síntomas.		Ninguno
B	Alteración estructural pero sin síntomas ni signos clínicos.	I	Sin limitaciones para la actividad física
C	Alteración estructural CON síntomas.	I	Sin limitaciones
		II	Sin síntomas en reposo por aparecen con actividad física ordinaria
		III	Síntomas con la actividad física menor que la ordinaria
D	IC refractaria requiere intervenciones especializadas.	IV	Síntomas con cualquier actividad física o en reposo

La prevalencia total de la IC está en aumento debido al envejecimiento de la población, una mayor supervivencia de los pacientes que sufren eventos coronarios y la eficacia de la prevención, que retrasa la aparición de eventos coronarios en los pacientes en alto riesgo y en los que han sobrevivido al primer evento.

La media de edad de los pacientes con IC en los países desarrollados es 75 años. La IC es la una de las causas más frecuentes de los ingresos hospitalarios. En términos generales, las perspectivas para el futuro son poco alentadoras, aunque algunos pacientes pueden vivir muchos años. Del número total de pacientes, el 50% fallece a

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

los 4 años y el 40% de los pacientes ingresados por IC fallece o reingresa durante el primer año. ⁽²⁾

Las causas de insuficiencia cardíaca son aquellas que llevan al daño o la pérdida de músculo cardíaco, isquemia aguda o crónica, aumento de la resistencia vascular con hipertensión o el desarrollo de taquiarritmia, como la fibrilación auricular. Sin lugar a dudas, la enfermedad coronaria causa la IC en cerca del 70% de los pacientes. La enfermedad valvular da origen al 10% de los casos y las miocardiopatías también prealecen en un 10%, el restante son alteraciones misceláneas que incluyen patologías infiltrativas, patologías, endocrinas, toxinas, fármacos.

La insuficiencia cardíaca aguda es un síndrome complejo que resulta de una disfunción ventricular sistólica que, con mayor frecuencia, causa la isquemia o infarto del miocardio. La enfermedad arterial coronaria es la causa más frecuente de insuficiencia cardíaca aguda en México, seguida en frecuencia de otras etiologías potenciales como valvulopatías agudas, embolismo pulmonar y miocarditis aguda.

Dentro de la clasificación de la insuficiencia cardíaca podemos englobar 2 grandes grupos en relación al tiempo de aparición de los síntomas: Insuficiencia cardíaca aguda (ICA), e insuficiencia cardíaca crónica (ICC)

El American College of Cardiology (ACC) y la American Heart Association (AHA) clasifican la presentación de la ICA dentro de tres grupos clínicos: edema agudo de pulmón cardiogénico, choque cardiogénico y descompensación aguda de la insuficiencia cardíaca crónica. ⁽³⁾

Los pacientes con insuficiencia cardíaca aguda requieren la realización de diversos estudios de laboratorio y gabinete para su evaluación. Uno de los estudios más comúnmente utilizados es la gasometría arterial. Este procedimiento ofrece la capacidad de conocer el estado de oxigenación del paciente, también brinda información acerca de la función respiratoria y el equilibrio ácido base. ⁽²⁾

El sistema cardiorrespiratorio puede verse afectado por diferentes alteraciones metabólicas o respiratorias que pueden afectar tanto el intercambio gaseoso como el equilibrio ácido base. Existen diversas pruebas de función pulmonar que permiten la evaluación de intercambio gaseoso y de la función respiratoria. ⁽⁴⁾

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

La evaluación del intercambio gaseoso se puede llevar a cabo por medio de gasometrías arteriales obtenidas por punción directa de la arteria. Frecuentemente los sitios más utilizados para la obtención de la muestra son el radial y el femoral, prefiriéndose el primero por la accesibilidad de la arteria. O es infrecuente que se coloque una línea arterial para la obtención fácil de las muestras, sin embargo este procedimiento conlleva riesgos de lesión arterial además de causar dolor al paciente. ⁽⁴⁾

En una muestra de sangre arterial se puede obtener mediciones de presión parcial de oxígeno (P_{aO_2}), la presión parcial de anhídrido carbónico (P_{aCO_2}) y la concentración de hidrogeniones (pH) como medición directa, el resto de las variables son calculadas en base a estos valores.

Un intercambio gaseoso eficiente precisa que las unidades alveolares reciban una adecuada ventilación, así como una correcta perfusión sanguínea. ⁽⁵⁾

La saturación arterial de oxígeno (S_{aO_2}) expresa la cantidad total de hemoglobina que se halla combinada con el oxígeno. La mayor parte del oxígeno es transportado en combinación con la hemoglobina, la S_{aO_2} representa una medida del transporte gaseoso. Cuando la P_{aO_2} está por encima de 60 mmHg la saturación arterial de la hemoglobina es superior al 90%. Sin embargo, por debajo de los 60 mmHg, pequeños descensos de la P_{aO_2} originan importantes caídas en la saturación de la hemoglobina y en el contenido arterial de oxígeno.

Se considera que un sujeto se encuentra en situación de normoxemia cuando su P_{aO_2} está comprendida entre 80 y 100 mmHg. Valores de oxemia por debajo de 80 mmHg puede catalogarse como ligera (P_{aO_2} de 71-80 mmHg), moderada (61-70 mmHg), grave (45-60 mmHg) y muy grave (menor de 45 mmHg). ⁽⁴⁾

La gasometría arterial también permite detectar hipercapnia ($P_{aCO_2} > 45$ mmHg), normocapnia (P_{aCO_2} 35-45 mmHg), hipocapnia ($P_{aCO_2} < 35$ mmHg). La presencia de hipercapnia implica la existencia de hipoventilación alveolar, la hipocapnia por el contrario nos indica la presencia de hiperventilación.

El pH expresa la concentración de hidrogeniones (H^+) existentes en sangre y permite identificar situaciones de acidosis o alcalosis. La acidosis puede ser metabólica o respiratoria. En la insuficiencia respiratoria aguda, puede desarrollarse acidosis

metabólica por hipoxia tisular secundaria a hipoxemia muy grave ($\text{PaO}_2 < 45 \text{ mmHg}$), existen otras situaciones bajo las cuales puede producirse deterioro del aporte de oxígeno a los tejidos, como la anemia o bajo gasto cardiaco para determinar un metabolismo anaerobio con acidosis láctica. ⁽⁴⁾

El bicarbonato constituye una forma de expresión de la cantidad de bases existentes en el plasma y por tanto del componente metabólico del equilibrio ácido base

Vazquez Garcia y colaboradores publicaron un listado de valores obtenidos por medio de cálculo de los valores gasométricos en diferentes altitudes, correspondiente a las principales ciudades del país. ⁽⁶⁾

En base a estos valores se puede obtener valores gasométricos estándar para cada población. Tomando en cuenta este estudio, los valores gasométricos promedio para la población de Aguascalientes son presión arterial de dióxido de carbono (PaCO_2) 36.1 mmHg, presión arterial de oxígeno (PaO_2) 67.1 mmHg, para exposición aguda, PaCO_2 de 33.6 mmHg, PaO_2 70.2 mmHg para personas aclimatadas.

Los paciente ingresados a la unidad de cuidados intensivos coronarios requieren la monitorización del estado ácido base y del intercambio gaseoso por medio de la gasometría arterial. Frecuentemente la toma de gasometría arterial se realiza por punción directa de una arteria o a través de un catéter arterial. Cuando la punción a realizarse es directa se prefiere el acceso radial que es uno de los sitios más accesibles.

La gasometría arterial es una técnica dolorosa provee manera frecuente provoca miedo al paciente e incluso su negativa a realizarse la prueba. Además el miedo y el dolor puede alterar los resultados y producir una hiperventilación que disminuya el dióxido de carbono en el resultado de la gasometría. ⁽⁷⁾

La sociedad española de Neumología y Cirugía Torácica aconsejan el uso de anestesia local mediante inyección subcutánea. ⁽⁸⁾

El sitio preferido a puncionar para la obtención de la gasometría es la arteria radial, debido a la ausencia de morbilidad significativa en este sitio, principalmente manifestados como hematomas superficiales en el sitio de punción. ⁽⁷⁾ Sin embargo la técnica debe ser realizada por personal entrenado además de ser un procedimiento doloroso, sumado a la situación de que muy pocos profesionales médicos utilizan la

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

anestesia local como rutina en la toma de muestras arteriales. El uso de anestesia es un paso en la toma de la muestra arterial prácticamente no utilizado por desconocimiento, situación que favorece la molestia e incluso en ocasiones negación del paciente a permitir el procedimiento. ⁽⁹⁾

Por tanto una opción a la punción arterial es la realización de gasometría por toma de muestra capilar. La técnica de gasometría capilar es muy socorrida en las nidades de cuidados intensivos pediátricos, como un medio para evitar las punciones arteriales directas. Muchos estudios han demostrado el valor de la gasometría capilar en pacientes pediátricos críticamente enfermos, incluso en presencia de hipotermia e hipoperfusión. ⁽¹⁰⁾

En pacientes adultos la gasometría capilar es una técnica subutilizada, a pesar de que la técnica fue descrita desde finales de los años 60. Ensayos clínicos han estudiado la concordancia de los resultados obtenidos por punción radial y los obtenidos por muestra capilar. Los resultados han sido diversos, Pitkin et al demostraron que la realización de la gasometría por toma de muestra capilar es una técnica valiosa, para analizar los gases arteriales en todas las formas de enfermedad respiratoria. ⁽¹¹⁾

Santos Martínez et al demostraron adecuada concordancia en los valores gasométricos obtenidos por gasometría arterial y gasometría capilar, a excepción de los valores de presión de oxígeno. ⁽¹²⁾

Una inadecuada técnica de punción capilar puede llevar a una diferencia significativa en la pO_2 . Las variaciones se explican por la falta de utilización de una pomada rubefaciente en el sitio del cual se toma la gasometría arterial. Shapiro et al describen la técnica para obtener la muestra capilar en niños, aconsejan solo utilizarla en niños bien perfundidos por el bajo acuerdo que puede existir entre los valores tomados de arteria y capilar. La disparidad en los valores nuevamente parece deberse a la técnica para la hipertermia de la zona, la mayoría de los estudios con estos resultados usan calor con una lámpara o paño caliente o no usan método de hiperemia, mientras los estudios con concordancia entre los valores utilizan la aplicación de pomada rubefaciente. ⁽¹³⁾

DEFINICIÓN DE LA TÉCNICAS DE GASOMETRÍA ARTERIAL.

Técnica de gasometría con muestra directa de arteria radial.

La muestra debe obtenerse por punción directa o a través de un catéter arterial.

Es importante una punción correcta y un adecuado manejo de la muestra. La obtención de la muestra por punción arterial directa se prefiere en la arteria radial la cual se encuentra en el túnel del carpo y constituye el sitio más accesible y a la vez el más seguro.

Previo a la punción radial se debe realizar la prueba de Allen para comprobar la circulación colateral, esta prueba es sencilla y fiable. Consiste en la compresión simultánea de las arterias radial y cubital, se pide al paciente que realice sucesivos movimientos rápidos de cierre y apertura de la mano para forzar el retorno venoso, al mantener la mano abierta, los dedos y la palma aparecerán pálidos, se descomprime la arteria cubital y en menos de 15 segundos debe restablecerse la circulación y el color de la mano. En caso de no ocurrir así, este sitio no es adecuado para la punción y será necesario elegir otra arteria.

Si la arteria radial no es accesible o no presenta una circulación colateral adecuada, la siguiente arteria de elección sería la arteria humeral, que la encontraremos en la fosa antecubital. La arteria femoral, solo debe ser puncionada de forma excepcional.

La zona a puncionar, debe limpiarse y desinfectarse de manera adecuada. Luego se hará una anestesia del lugar a puncionar con lidocaina simple.

Con jeringa heparinizada, se procede a realizar la punción con un ángulo de incidencia de unos 45°. Después de realizar la punción se debe presionar la zona durante unos 5-10 minutos para evitar la aparición del hematoma postpunción.

La muestra no debe tener burbujas de aire y debe ser llevada al laboratorio para su análisis a la mayor brevedad, es aconsejable el llevar la muestra a una temperatura de 4°C.

Técnica de gasometría con toma de muestra capilar.

Para que los resultados sean equiparables a la gasometria arterial radial, debe obtenerse de una zona sometida a algún procedimiento que aumente y acelere la circulación. De esta manera la gasometria capilar ofrece unos resultados equiparables, es de suma utilidad en los niños pequeños, cuyas arterias son de difícil acceso.

Se selecciona la zona a puncionar (lóbulo de la oreja en adultos y talón en niños) y se somete a la acción del calor por un baño caliente o a la acción de una pomada rubefaciente. Una vez desinfectada se punciona la zona y aparecen las gotas de sangre espontáneamente, no es necesario apretar con intensidad. Con el capilar de cristal se acerca un extremo a la base de la gota de sangre, con una inclinación de unos 45° en relación a la gota de sangre, llevándolo a la posición horizontal a medida que se va llenando de sangre, es importante controlar que no entre aire en la muestra, de lo contrario debe eliminarse el que pueda entrar.

Una vez recogida la cantidad de sangre suficiente, se tapa un extremo del capilar, se introduce la barrita de hierro y se tapa el otro extremo, inmediatamente se comienza a mover la barrita con la ayuda de un imán, con desplazamientos suaves que se deben mantener hasta que se entregue en el laboratorio.

INTERPRETACIÓN DE LA GASOMETRÍA ARTERIAL

La función primordial del aparato respiratorio es la hematosis o intercambio pulmonar de gases, mediante la cual se aporta oxígeno al organismo y se elimina el anhídrido carbónico producido por el metabolismo celular. Cuando el intercambio de gases es normal también lo son las presiones arteriales de oxígeno (PaO₂) y de anhídrido carbónico (PaCO₂). La gasometría arterial es la prueba diagnóstica que proporciona información rápida, útil y precisa sobre el funcionamiento tanto del pulmón como del sistema ventilatorio.

La gasometría arterial es una técnica indispensable en el diagnóstico de la insuficiencia respiratoria (la situación clínica que mayor morbimortalidad ocasiona), como también lo es para interpretar correctamente este síndrome.

Obtención y análisis de la muestra

Las principales recomendaciones al respecto se recogen en la normativa sobre la gasometría arterial publicada por la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR). En resumen son las siguientes:

Es recomendable que el paciente esté sentado y en situación de reposo. La arteria que debe puncionarse es la radial, reservando la humeral como una opción posterior. Es conveniente inyectar subcutáneamente un anestésico local en la zona. La muñeca del enfermo debe colocarse en hiperextensión, formando un ángulo de 45° con la aguja.

Deben emplearse agujas de calibre inferior a 20 G y jeringuillas especialmente diseñadas para la práctica de gasometrías arteriales, no usando para la extracción una cantidad excesiva de heparina. Tras la punción debe comprimirse la zona con un algodón durante varios minutos, para evitar la aparición de hematomas.

Una vez obtenida, la muestra sanguínea debe mantenerse en condiciones de estricta anaerobiosis hasta que se lleve a cabo el análisis.

El tiempo transcurrido entre la obtención de la muestra y el momento en el que se analizan los gases no debe superar los 10 ó 15 minutos.

Antes de introducir la muestra de sangre en el analizador de gases debe agitarse al menos durante unos 30 segundos, desechando siempre el volumen de sangre contenido en el extremo distal de la jeringa.

Interpretación de los resultados

Los analizadores de gases actuales son equipos automáticos que requieren un mantenimiento mínimo. Las variables que estos aparatos pueden medir directamente son el pH, la PaO₂ y la PaCO₂. A partir de estas medidas los gasómetros son capaces de calcular otros datos, como la saturación de oxígeno de la hemoglobina, el bicarbonato plasmático y el exceso de bases. La interpretación de una gasometría arterial es sencilla y requiere del conocimiento de, al menos, cuatro puntos básicos, tal y como se expone a continuación.

Concepto de hipoxemia y de insuficiencia respiratoria (evaluación de la PaO₂)

El valor de la PaO₂ refleja la capacidad del aparato respiratorio para oxigenar la sangre. Por tanto, una disminución de la PaO₂ por debajo de los límites normales (hipoxemia) habla de la falta de integridad del pulmón o del sistema ventilatorio (caja torácica, sistema neuromuscular y centro respiratorio). Se dice que existe hipoxemia cuando la PaO₂ de un adulto es menor de 80 mmHg cuando la muestra de sangre se ha tomado a nivel del mar, en reposo y respirando aire ambiente. La insuficiencia respiratoria se define por la existencia de una PaO₂ menor de 60 mmHg (hipoxemia clínicamente significativa). Cuando la PaO₂ está por encima de 60 mmHg la saturación arterial de la hemoglobina es superior al 90% y, en consecuencia, el contenido arterial de oxígeno es correcto, ya que a estos niveles de PaO₂ se incide sobre la porción alta, prácticamente plana, de la curva de disociación de la hemoglobina. En esta zona la saturación de oxígeno apenas se altera aunque se modifique de forma importante la PaO₂. Sin embargo, por debajo de los 60 mmHg, pequeños descensos de la PaO₂ originan importantes caídas en la saturación de la hemoglobina y en el contenido arterial de oxígeno.

Clasificación de la insuficiencia respiratoria y concepto de gradiente alvéolo-arterial de oxígeno (A-aPO₂)

El A-aPO₂ es la diferencia existente entre los valores de la presión alveolar de oxígeno (PAO₂) y los de la PaO₂. La determinación del A-aPO₂ sirve, entre otras

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

cosas, para establecer la situación en la que se encuentra el intercambio pulmonar de gases, en particular la relación existente entre la ventilación y la perfusión pulmonares. En otras palabras, un A-aPO₂ aumentado refleja que existe una alteración pulmonar intrínseca (intrapulmonar). En atención a este concepto, la insuficiencia respiratoria puede clasificarse en dos formas diferentes, lo que tiene importantes implicaciones etiológicas:

Insuficiencia respiratoria con un A-aPO₂ aumentado, lo que indica que el paciente tiene una enfermedad pulmonar.

Insuficiencia respiratoria con un A-aPO₂ normal, lo que habla de la integridad del parénquima pulmonar. En este caso, la causa de la insuficiencia respiratoria tiene que estar en una anomalía del esfuerzo ventilatorio, es decir, de la caja torácica, del sistema neuromuscular o del centro respiratorio.

El cálculo del A-aPO₂ se realiza fácilmente si se aplica la fórmula siguiente:

$$A-aPO_2 = PAO_2 - PaO_2$$

$$PAO_2 = (\text{presión barométrica} - 47) - 1,25 PaCO_2$$

En los jóvenes y en los adultos se considera anormal un A-aPO₂ que supere los 20 mmHg. En las personas mayores se estima que es normal hasta los 30 mmHg.

Ventilación alveolar y estado ventilatorio (evaluación de la PaCO₂)

La ventilación es el movimiento cíclico del aparato respiratorio que sirve para que un volumen de aire determinado entre y salga regular y periódicamente de los pulmones, proporcionando oxígeno y eliminando CO₂. El volumen total de un movimiento ventilatorio normal resulta de la suma del componente ventilatorio que toma parte en el intercambio gaseoso (ventilación alveolar) y del componente que sólo ventila el espacio muerto y que, por tanto, no contribuye a la hematosis. Los cambios de la ventilación alveolar (VA) influyen directamente en el nivel de la PaCO₂, de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$PaCO_2 = 0,86 \times \text{producción de CO}_2 / VA$$

Por tanto, toda disminución de la VA (hipoventilación alveolar) se acompaña de una PaCO₂ elevada (hipercapnia). Por el contrario, la hiperventilación alveolar hace que la PaCO₂ disminuya (hipocapnia). En otras palabras, la PaCO₂ es el dato esencial para saber como está la ventilación y, por tanto, para establecer si existe o no una suficiencia ventilatoria. Los valores normales de la PaCO₂ se sitúan entre 35 y 45 mmHg.

Estimación del equilibrio ácido-base

En todos los seres vivos es necesario que el equilibrio ácido-base se mantenga muy estable y que prácticamente no se altere a pesar de las sobrecargas exógenas y endógenas de ácidos y alcalinos que, de forma continua, llegan al medio interno. Funciones básicas como la contractilidad miocárdica o la fisiología del sistema nervioso precisan de un ambiente celular en el que la concentración de hidrogeniones apenas se modifique y permanezca dentro de un estrecho margen. La concentración de hidrogeniones se expresa tradicionalmente por medio del pH (logaritmo negativo de la concentración de hidrogeniones). Los valores normales del pH arterial se sitúan entre 7,35 y 7,45. Por debajo de 7,35 se considera que existe una acidosis y por encima de 7,45 la situación es de alcalosis. Para evaluar el equilibrio ácido-base debe prestarse atención, además de al pH arterial, a la PaCO₂ y a la concentración plasmática de bicarbonato (HCO₃⁻). Como ya se ha señalado antes, el análisis de los gases sanguíneos proporciona, por medición directa, los valores del pH y de la PaCO₂. A partir de ellos el gasómetro puede calcular el HCO₃⁻ plasmático y el exceso de bases.

Las alteraciones del equilibrio ácido-base pueden ser metabólicas, respiratorias o mixtas. Los trastornos metabólicos se originan por una depleción o una retención de ácidos no volátiles (ácidos no carbónicos) o por una pérdida o una ganancia de bicarbonato y se caracterizan por la existencia de unos niveles anormales de HCO₃⁻. Las anomalías respiratorias del equilibrio ácido-base son el resultado de cambios en la eliminación o en la retención del CO₂ y, en definitiva, en la cantidad total de ácido carbónico que está bajo regulación ventilatoria. Se producen por hiperventilación o por hipoventilación y se caracterizan por cursar con una cifra de PaCO₂ anormal.

Los trastornos primarios del equilibrio ácido-base provocan una respuesta compensadora que tiene como objeto el devolver el pH a la normalidad.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Los mecanismos homeostáticos compensadores que intervienen a este respecto son los siguientes:

a) la amortiguación del exceso de hidrogeniones o de HCO_3^- por los componentes buffer o tampón de los líquidos extracelulares;

b) el aumento o la disminución compensadora de la ventilación alveolar; y

c) la respuesta renal (excreción o retención de bicarbonato).



II. METODOLOGIA

DEFINICION DEL PROBLEMA

La insuficiencia cardiaca (IC) es un síndrome complejo resultante de una disfunción ventricular y constituye el punto final de una gran variedad de patologías. Independientemente de la etiología la insuficiencia cardiaca lleva al paciente a una restricción en su capacidad funcional, parámetros ya establecidos por la New York Heart Association.

Además el paciente con IC de puede presentar agudizaciones que en base a la severidad del cuadro puede requerir ser hospitalizados en una terapia de cardiología. Los pacientes con insuficiencia cardiaca aguda requieren la realización de diversos estudios de laboratorio y gabinete para su evaluación.

Uno de los estudios mas comúnmente utilizados es la gasometría arterial. Este procedimiento ofrece la capacidad de conocer el estado de oxigenación del paciente, también brinda información acerca de la función respiratoria y el equilibrio acido base.

Una opción para la toma de gasometrías arteriales de vía radial o femoral es la realización de gasometría arterial de sangre capilarizada, un procedimiento realizado con frecuencia en las unidades de cuidados intensivos pediátricos. La toma de muestra arterial capilarizada para gasometría se convierte en una opción en aquellos paciente con difícil acceso a una arteria.

La medición de los gases en sangre se realiza en una muestra de sangre arterial que, generalmente, se obtiene por punción de la arteria braquial o radial y en muy raras ocasiones de la arteria femoral. Sustituyendo la muestra de arteria por una muestra de sangre capilarizada obtenida de lóbulo de la oreja se ofrece una opción a la muestra con practicamente nulo riesgo de complicaciones.

La finalidad del estudio fue determinar si los parámetros gasométricos de la muestra de sangre arterial radial y la muestra de sangre capilar, son comparables o con mínima variabilidad en los pacientes con insuficiencia cardiaca hospitalizados en la terapia de cardiología .

JUSTIFICACIÓN

La insuficiencia cardíaca es el punto final de muchas patologías de origen cardiovascular. El paciente con insuficiencia cardíaca puede presentar agudizaciones de su patología por diversas causas. Dentro de la evaluación de un paciente con insuficiencia cardíaca aguda se encuentra el estudio de la gasometría arterial, la cual permite conocer el estado de oxigenación del paciente, también brinda información acerca de la función respiratoria. Generalmente se realiza tomando muestra de sangre arterial radial o femoral. Este procedimiento no es inocuo ni esta libre de complicaciones, las cuales incluyen desde dolor en el sitio de punción, hasta lesión vascular.

La obtención de gasometría arterial por punción capilar ofrece una opción en aquellos pacientes hospitalizados que requieren medición de parámetros gasométricos de manera constante, para minimizar el riesgo de complicaciones derivadas de la punción radial, así como el dolor producido por la misma. La punción capilar en pacientes pediátricos ha comprobado ser una herramienta útil para la evaluación del intercambio gaseoso y el equilibrio ácido base, sin embargo en adultos no es muy utilizada y los estudios realizados han mostrado resultados a variables en cuanto a la concordancia de los parámetros gasométricos medidos.

OBJETIVOS

Objetivo General.

El objetivo general del estudio es determinar si los parámetros gasométricos de potencial de hidrogeno (pH), presión parcial de oxígeno, la presión parcial de dióxido de carbono, la saturación de oxígeno, el bicarbonato y el lactato, medidos por gasometría capilar, tienen concordancia con los mismos parámetros medidos en la gasometría arterial en los pacientes con insuficiencia cardiaca.

Objetivos secundarios.

Determinar en que condiciones los parámetros gasométricos, medidos por gasometría capilar, tienen concordancia con los mismos parámetros medidos en la gasometría arterial en los pacientes con insuficiencia cardiaca. Pueden ser concordantes

HIPÓTESIS

La gasometría de muestra capilar arterializada tiene la misma efectividad que la gasometría de arteria radial para la medición de potencial de hidrogeno (pH), presión parcial de oxígeno, la presión parcial de dióxido de carbono, la saturación de oxígeno, el bicarbonato y el lactato, en los pacientes con insuficiencia cardiaca.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿La gasometría de sangre capilar arterializada es igual de efectiva que la muestra de arteria radial para la medición de parámetros gasométricos en los pacientes con insuficiencia cardiaca hospitalizados en la terapia de cardiología?

CARACTERISTICAS DEL ESTUDIO

Tipo de estudio

Prospectivo, observacional.

Diseño del estudio

Descriptivo, casos y controles.

Definición del universo

Pacientes con insuficiencia cardiaca independientemente de la etiología hospitalizados en el área de cuidados intensivos de cardiología.

Criterios de inclusión

Paciente con insuficiencia cardiaca ingresado al área de cuidados intensivos de cardiología

- FEVI menor de 50%
- Signos clínicos de insuficiencia cardiaca (estertores, presencia de congestión de origen cardiaco).

Criterios de exclusión

Impedimento para tomar la gasometría arterial por vía radial

DEFINICION DE VARIABLES

VARIABLES INDEPENDIENTES: insuficiencia cardiaca, fracción de expulsión del ventrículo izquierdo, hipertensión arterial sistémica, diabetes mellitus, presión arterial sistémica, frecuencia cardiaca, temperatura llenado capilar .

VARIABLES DEPENDIENTES: potencial de hidrogeno, presión parcial de oxigeno, presión parcial de dióxido de carbono, saturación de oxigeno, lactato, bicarbonato.

Tabla 2: tipos de variables utilizadas

Cuantitativa	Cualitativa nominal
Potencial de hidrogeno	Diabetes mellitus
Presión parcial de oxigeno	Hipertensión arterial sistémica
Presión P. de dióxido de carbono	
Saturación de oxigeno	
Lactato	
Bicarbonato	
Presión arterial sistémica	
Frecuencia cardiaca	
Frecuencia respiratoria	
Temperatura	
Llenado capilar	
FEVI	

III. MÉTODOS

Se realizó medición de parámetros gasométricos de pH, PO₂, PCO₂, sat O₂, HCO₃ y lactato en todos los pacientes con insuficiencia cardiaca ingresados a la unidad de terapia intensiva de cardiología.

Se definió como insuficiencia cardiaca la presencia de datos clínicos de falla miocárdica manifestados como presencia de estertores pulmonares bilaterales que mejoran con diurético, disnea de origen cardiaco, plétora yugular y edema de miembros inferiores de origen cardiaco y/o la presencia de una fracción de expulsión deprimida con un valor menor de 50%, obtenida por ecocardiograma.

La medición se realizó con toma simultánea de muestra arterial radial y muestra capilar de pulpejo, para su medición por gasómetro. La toma de muestra arterial se realizó de acuerdo a la técnica de punción de arteria radial, la toma de muestra capilar se realizó con punción del pulpejo del dedo medio de la misma mano donde se tomó la muestra radial. Para la recolección de la muestra se utilizaron tubos capilares de 150 microgramos, heparinizados con 70 unidades/ml de heparina sódica.

Los resultados de los valores de gasometría por ambas muestras, así como las características del paciente en el momento de la toma de muestra (hipertensión arterial sistémica, diabetes mellitus, presión arterial, frecuencia cardiaca, temperatura llenado capilar), se registraron en una hoja diseñada con este propósito (anexo 1).

Para la medición de las muestras se utilizó el gasómetro GEM Premier 3000, un analizador de parámetros críticos fácil de utilizar, que proporciona resultados con calidad de laboratorio en cualquier localización del hospital. El cartucho único, conteniendo todos los componentes necesarios para su funcionamiento, una pantalla táctil intuitiva y un control de calidad automático a tiempo real. El gasómetro en cuestión proporciona datos de parámetros medidos así como calculados

Parámetros medidos

- pH
- pCO₂
- Lactato
- Hematocrito

Parametros calculados

- HCO₃⁻
- HCO₃⁻ std
- SO₂c

Finalmente antes del egreso de cada paciente, se realizó un ecocardiograma para evaluar la función ventricular, determinar la fracción de expulsión en forma numérica y estratificar la insuficiencia cardiaca.



VI. RESULTADOS

Se analizaron las muestras de 40 pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión con las siguientes características:

Tabla 3: características demográficas de los pacientes

Características	Numero de pacientes
FEVI menor de 50%	24
-35-50%	-
-Menor de 35%	-
FEVI preservada	
Diabetes mellitus	22
Hipertension arterial sistémica	28
Ventilacion mecanica	7

Tabla 4: Diagnosticos de los pacientes

Diagnostico	Numero de pacientes
Infarto agudo del miocardio	26
Angina inestable	8
Cardiopatía dilatada	2
Posquirurgicos	2
Embolismo pulmonar agudo	1
Fibrilacion auricular	1

El análisis de los datos se realizó con la aplicación Bioestadistics 2 para IOS.

Se determinó la concordancia de ambas muestras con la prueba de correlación de Pearson.

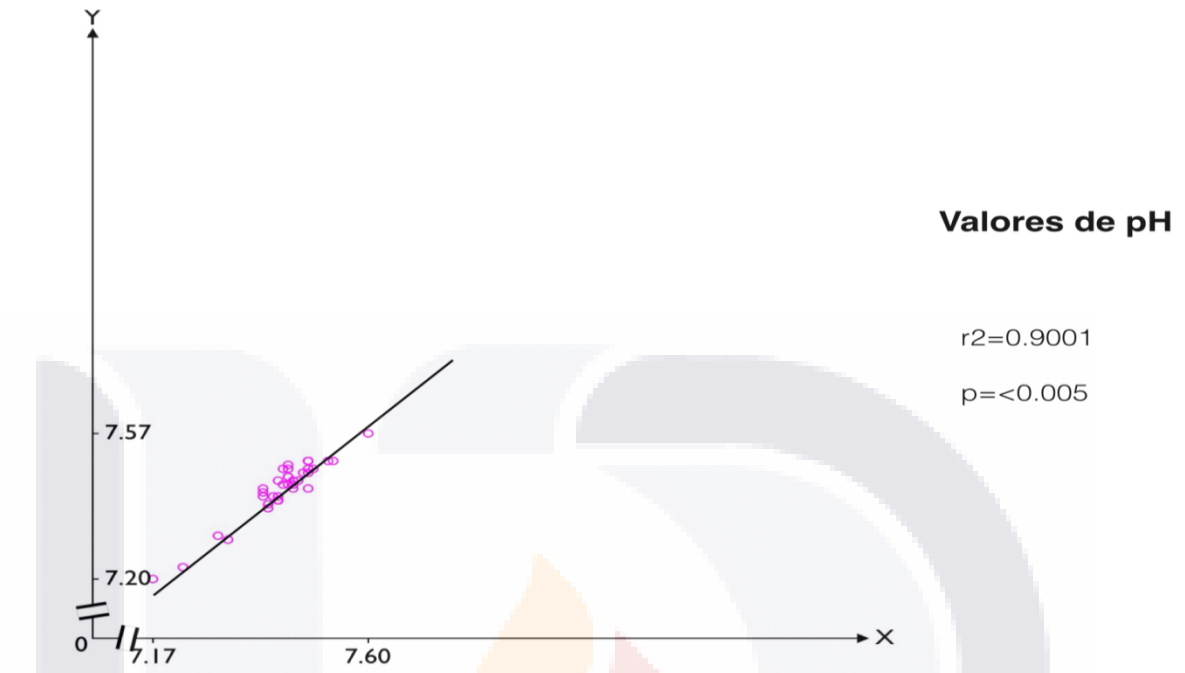
El **coeficiente de correlación de Pearson** es un índice estadístico que mide la relación lineal entre dos variables cuantitativas y del cual se pueden obtener los siguientes resultados:

Un valor de correlación cercano a 0 como un indicador de que no hay relación lineal entre las dos variables. Conforme el coeficiente de correlación se acerca al 0, los valores se vuelven menos correlacionados, lo que identifica las variables que no pueden ser relacionadas entre sí. Un valor de correlación cercano al 1 indica que existe una relación lineal positiva entre las dos variables. Un valor mayor a cero que se acerca a 1 da como resultado una mayor correlación positiva entre la información. Conforme una variable aumenta cierta cantidad, la otra aumenta en cantidad correspondiente.

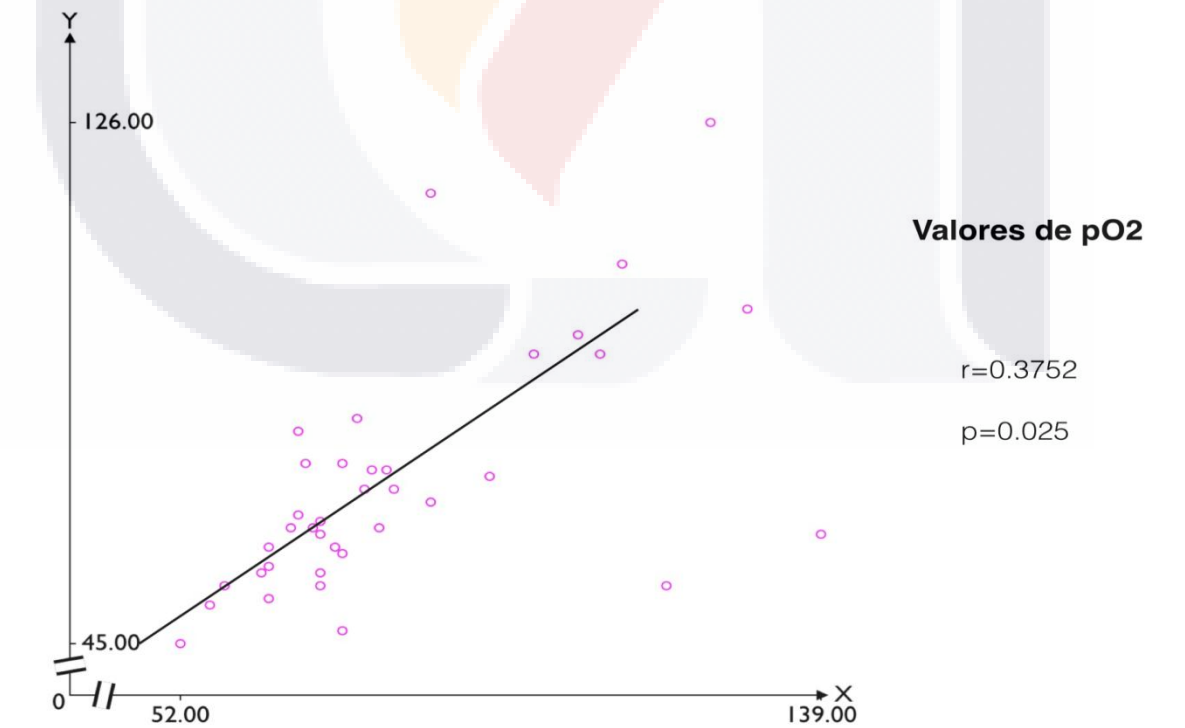
Un valor de correlación cercano a -1 como indicador de que hay una relación lineal negativa entre las dos variables. Conforme el coeficiente se acerca a -1, las variables se vuelven negativamente más correlacionadas, lo que indica que conforme una variable aumenta, la variable disminuye por una cantidad correspondiente. El coeficiente de correlación obtenido en cada caso se comparó con una tabla de valores críticos con 2 grados de libertad, Los grados de libertad se calculan como el número de las dos observaciones menos 2. Con este valor, identifiqué el valor crítico correspondiente en la tabla de correlación para una prueba de 0.05 y 0.01 identificando 95 y 99 por ciento de nivel de confiabilidad respectivamente. Se comparó el valor crítico al coeficiente de correlación previamente calculado. (Tabla 4)

Se observó una correlación adecuada para la mayoría de los valores obtenidos en ambas muestras. Para los valores de pH, PCO₂, saturación de oxígeno, HCO₃ y lactato, la correlación fue bastante adecuada y significativa. En los valores de PO₂ la correlación fue significativa solo en los casos con exposición a una fracción inspirada de oxígeno menor de 60%.

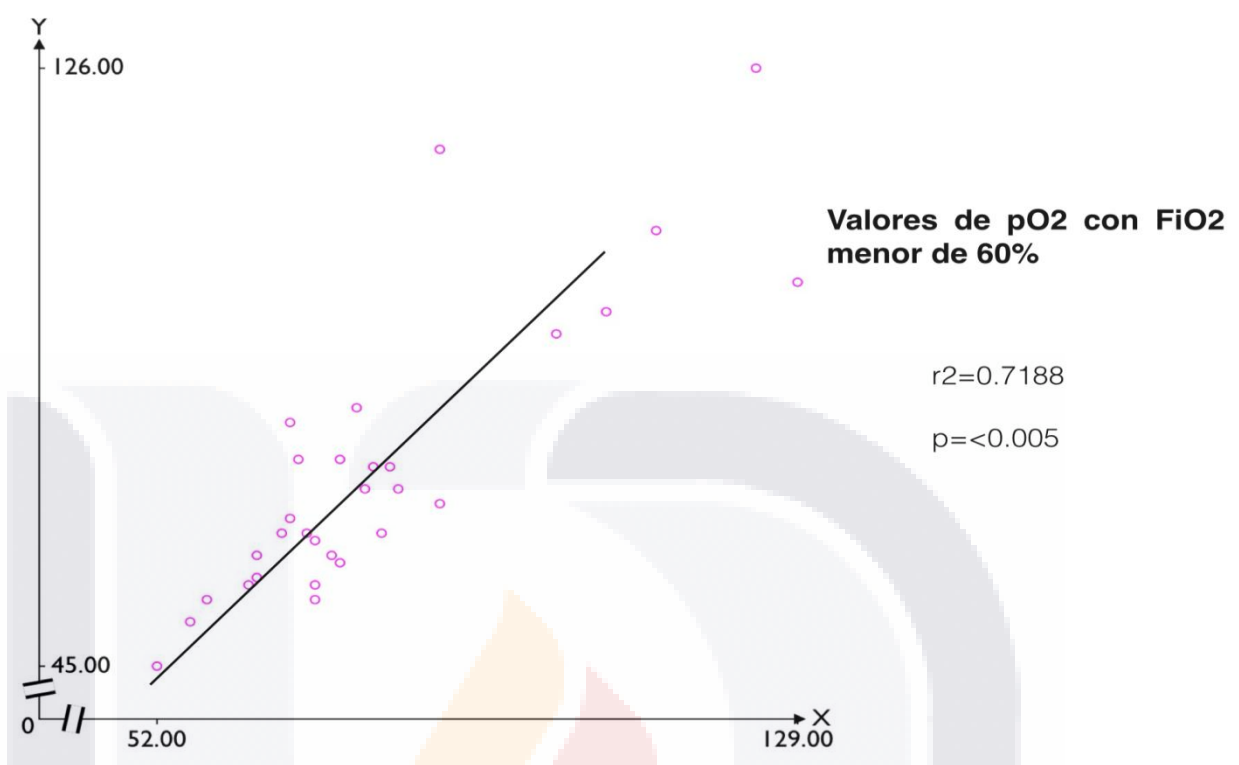
GRAFICAS DE RESULTADOS



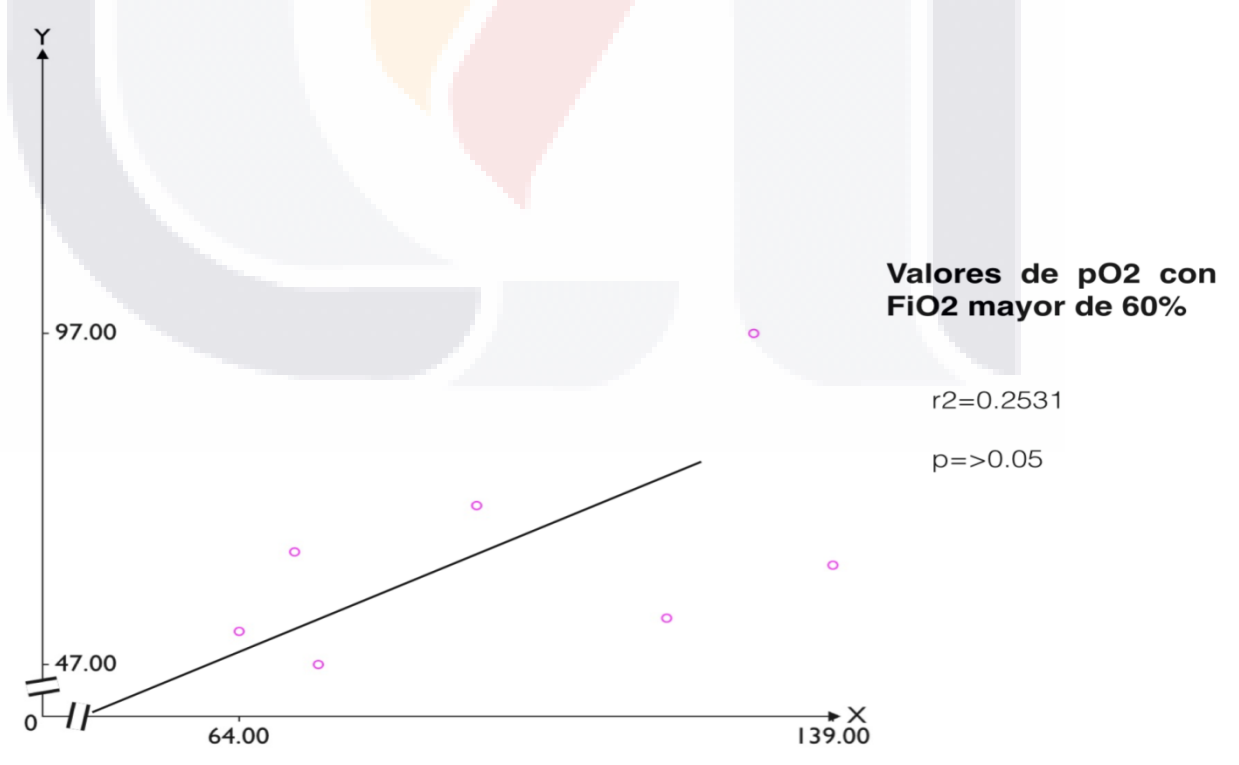
Grafica 1: Valores de pH.



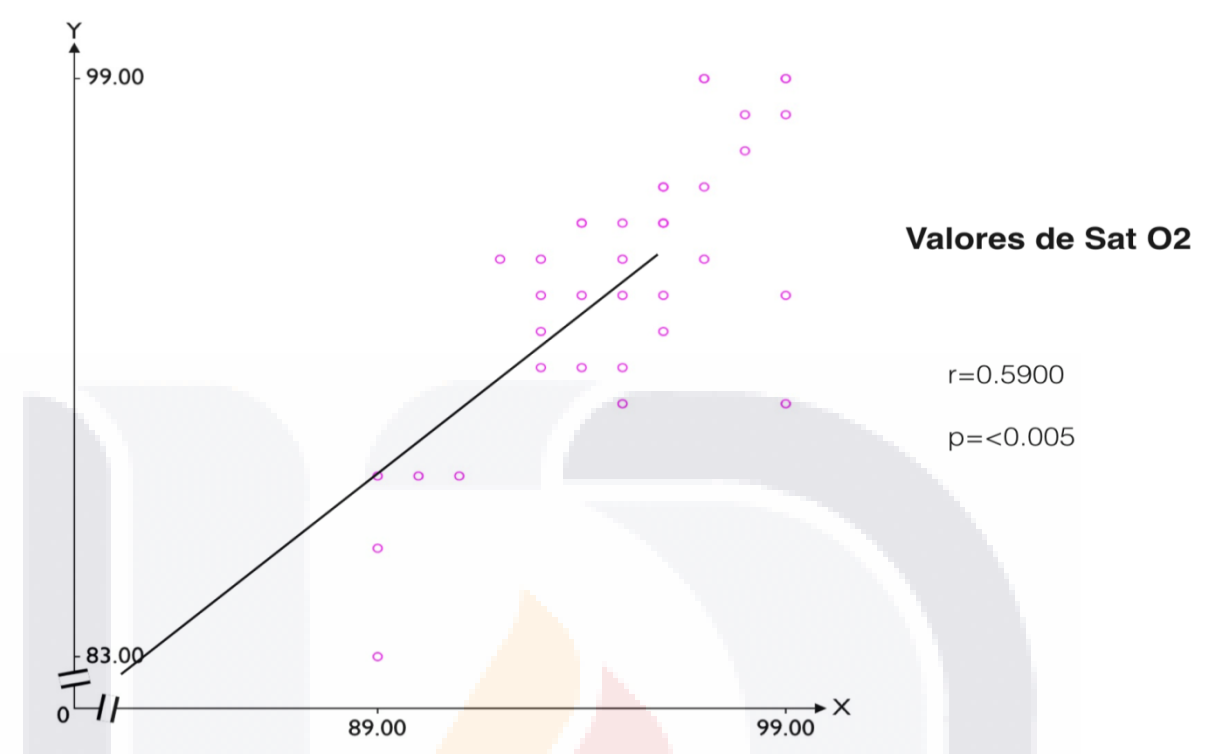
Grafica 2: Valores de pO2.



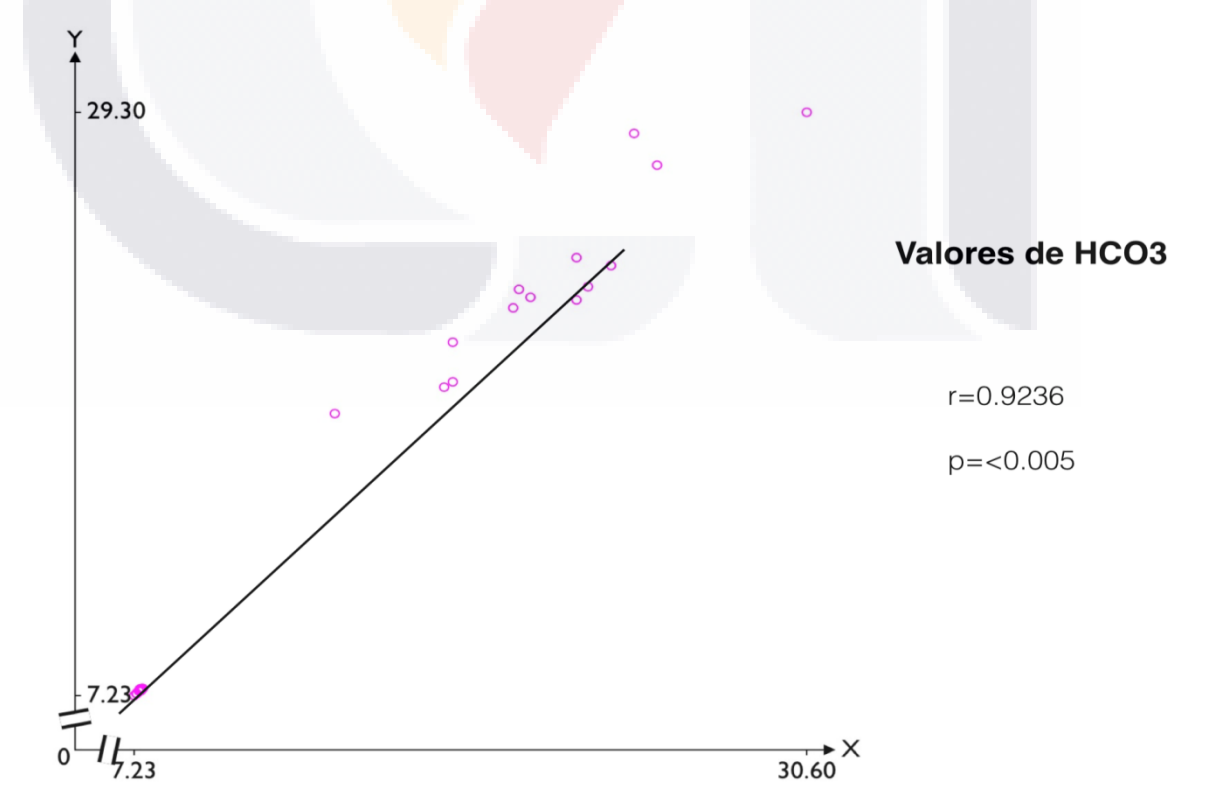
Grafica 3: Valores de pO2 con Fi O2 menor de 60%.



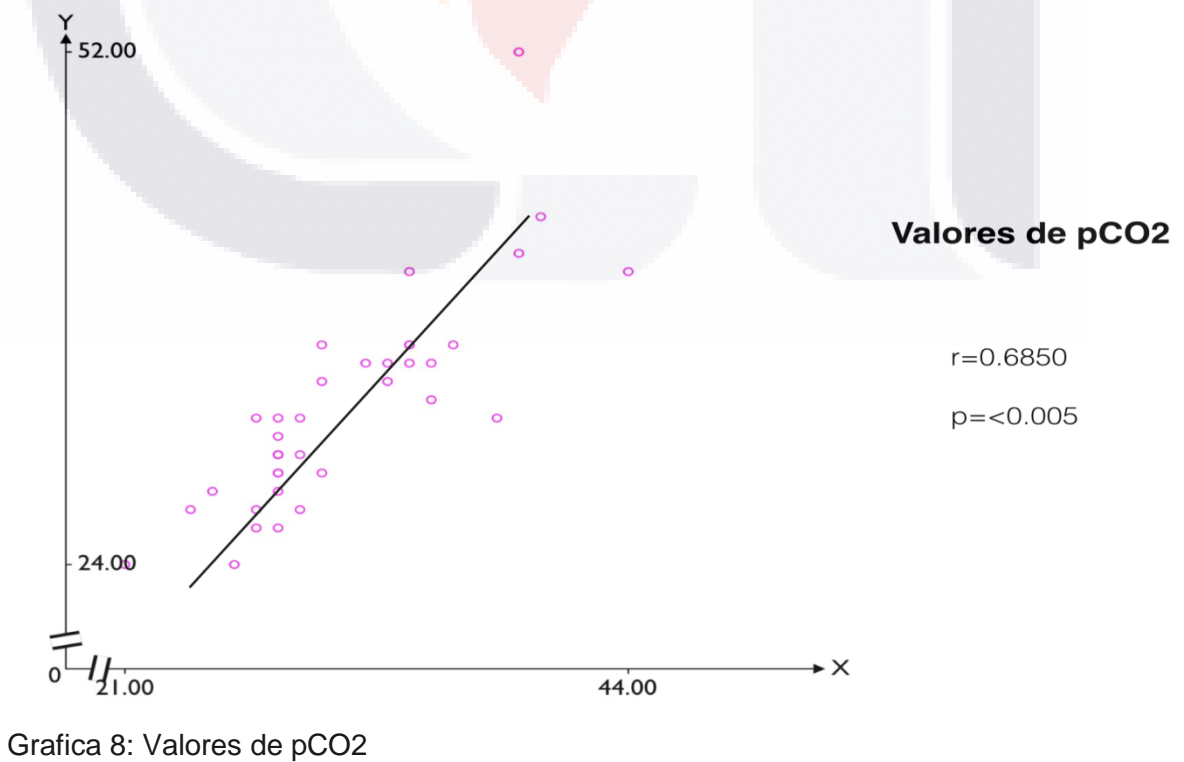
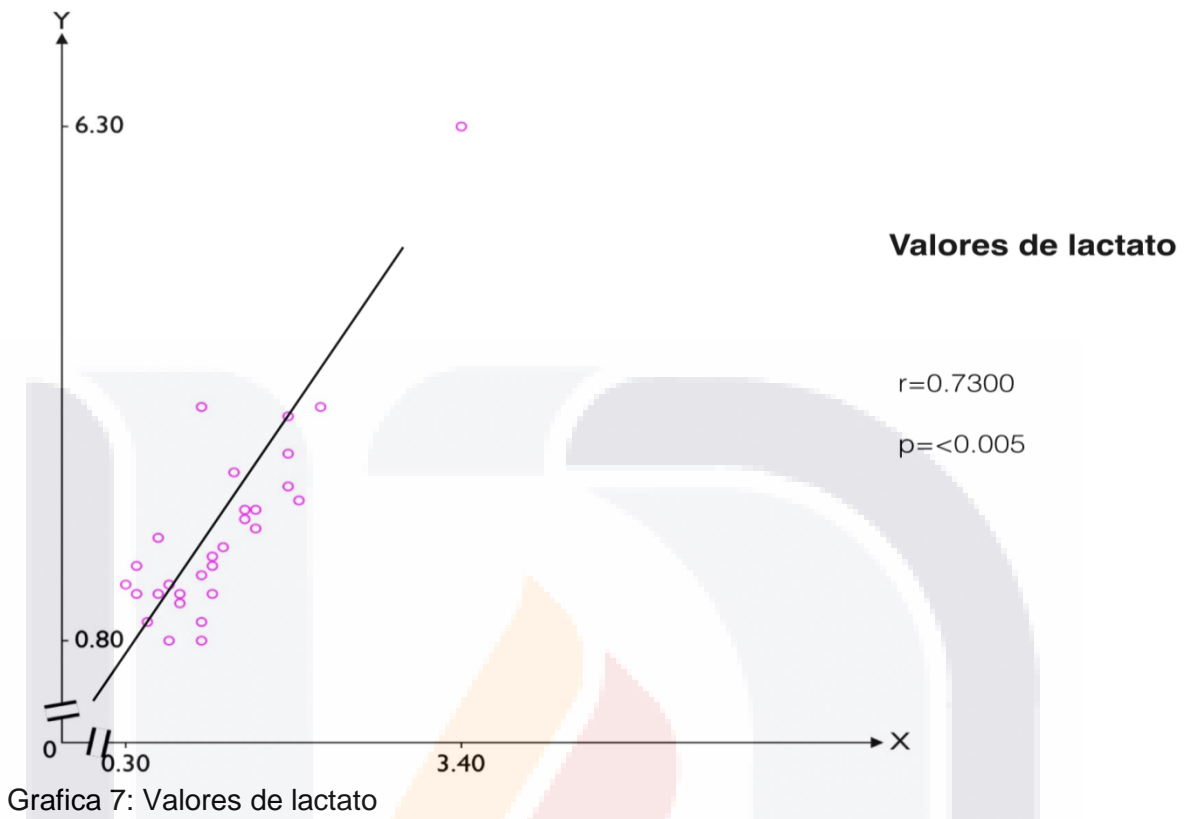
Grafica 4: Valores de pO2 con Fi O2 mayor de 60%.



Grafica 5: Valores de Sat O2



Grafica 6: Valores de HCO3



V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En los resultados obtenidos, observamos una correlación adecuada para la mayoría de los valores obtenidos por ambas muestras.

En el caso de los valores de pH, PCO₂, saturación de oxígeno, HCO₃ y lactato la correlación fue bastante adecuada y significativa.

Para el caso de los valores de PO₂ la correlación fue significativa en los casos de exposición a una fracción inspirada de oxígeno menor de 60%. Con fracciones inspiradas de oxígeno mayor de 60% la correlación de ambas muestras fue menor, considerando que la correlación de los valores de PO₂ en ambas muestras es inversamente proporcional a la fracción inspirada de oxígeno.

La explicación a este fenómeno puede deberse a que al realizar la punción capilar, obtenemos sangre mezclada tanto de capilares venosos como arteriales. Al no existir un gradiente importante en las presiones de CO₂ de sangre venosa y capilar, ni una diferencia en los valores de pH, HCO₃, lactato, saturación de oxígeno de los capilares venosos a los arteriales, estos valores no se modifican de forma importante.

No obstante el gradiente de PO₂ de sangre capilar arterial y sangre capilar venosa es más importante, por lo cual, la diferencia de este parámetro obtenido por ambas muestras es mucho mayor. Esta diferencia se observa más marcada al aumentar la fracción inspirada de oxígeno, esto debido principalmente a la relación directamente proporcional de la concentración de la fracción inspirada de oxígeno y la PO₂.

CONCLUSIONES

Los valores de los parámetros de gasometría obtenidos por muestra de punción radial y capilar, tiene una adecuada correlación.

Los valores con una concordancia mas fuerte son pH, saturación de oxígeno PCO_2 y HCO_3 .

La concordancia mas débil se observó en el parametro PO_2 relacionado principalmente al aumento de la fracción inspirada de oxígeno.

A pesar de que los parametros medidos en ambas muestras de gasometría parecen tener una adecuada y significativa correlación, la diferencia real en los valores de PO_2 deben cuestionar los resultados y tomarse con reserva en la toma de decisiones clínicas en el contexto de un paciente con insuficiencia cardiaca.

De acuerdo a los resultados obtenidos, en el caso de pacientes con insuficiencia cardiaca, la gasometría capilar como método para la medición de gases y estado ácido base debe de limitarse solo a aquellos pacientes con fracción inspirada de oxígeno menor de 60%

BIBLIOGRAFÍA

- 1.-Guadalajara Boo JF, Entendiendo la insuficiencia cardíaca Arch Cardiol Mex 2006; 76: 431-447
- 2.-Dickstein K et al. Guía de práctica clínica de la Sociedad Europea de Cardiología para el diagnóstico y tratamiento de la insuficiencia cardiaca aguda y crónica, Rev Esp Cardiol. 2008;61(12):1329.e1-1329.e70
- 3.-Cué Carpio RJ, Guadalajara Boo JF, Manual de urgencias cardiovasculares del Instituto nacional de cardiología Ignacio Chávez, Tercera edición, paginas 14-24, editorial Mcgraw Hill, México 2007.
- 4.-Barros D, García C, García F, Protocolo de interpretación clínica de la gasometría arterial en la insuficiencia respiratoria. Medicine, 2010;10(63);4372-2
- 5.-Carrion Valero, Martinez Frances M, Gradiente alveolo-arterial de O2 en la EPOC con hipercapnia. Ann Med Interna (Madrid) Vol. 18, N.o 3, pp. 117-120, 2001
- 6.-Vázquez García y col, Valores gasométricos estimados para las principales poblaciones y sitios a mayor altitud en México, Rev Inst Nal Enf Resp Mex Volumen 13 - número 1 Enero - marzo 2000 Págs. 06-13
- 7,-Sackner MA, Avery WG, Sokolowski J.Chest. Arterial punctures by nurses. 1971 Jan;59(1):97-8.
- 8.-Godoy Mayoral R, López M, Ruano Z, Rev Patol Respir 2010; 13(2): 69-72
- 9.-Valero A, Castillo C, Macia L, Anestesia local en la punción radial actitudes y conocimientos de enfermería, Arch Bronconeumol. 2008;44(7):360-363. Sado D, Deakin C, Local anesthesia for venous cannulation and arterial blood gas sampling: are doctors using it?, J R Soc Med 2005;98:156-160.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

10.-Yildizdas D, Yapicioglu H Correlation of simultaneously obtained capillary, venous and arterial blood gases of patients in a paediatric intensive care unit, Arch Dis Child 2004;89:176-180

11.-Pitkin AD, Roberts CM, Wedzicha JA, Arterialised Earlobe blood gas análisis:an underused technique. Thorax 1994; 49: 364-366

12.-Santos Martinez L, Martinez Guerra M, Utilidad de la gasometria capilar para evaluar el intercambio gaseoso con FIO₂ al 21% y al 100% en el sujeto con enfermedad cardiopulmonar estable a 2, 240 metros sobre el nivel del mar. Arch Cardiol Mex. 2009; 79 (1):18-26

13.Ubeda E, Meriño M, La gasometria capilar en la practica clínica Rev Med Dom 1998; 59(3), 172-175

14.-Dar K, Williams T, Aitken R, Arterial versus capillary sampling for analysing blood gas pressures. BMJ 1995; 310, 24.

15.- Medicine. 2006;09:4406-9. J M Fernández Sánchez-Alarcos. J L Álvarez-Sala Walther.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO A

Comparación de los parámetros de gasometria arterial obtenidos de muestra radial y muestra capilar en pacientes con hospitalizados con insuficiencia cardiaca (Hoja de recolección de datos)

Nombre del paciente _____

Edad _____ Genero _____

Diagnostico de ingreso _____

Diabetes mellitus _____ tiempo de evolución _____

Hipertension arterial sistematica _____ tiempo de evolución _____

Signos vitales durante la toma de la muestra TA _____, FC _____ FR _____
 Temperatura _____, llenado capilar _____.

FEVI _____

FiO2 _____ Oximetria de pulso _____

Parametros	Gasometria arterial radial	Gasometria capilar
pH		
pO2		
pCO2		
HCO3		
Saturacion de O2		

ANEXO B

**CONSENTIMIENTO BAJO INFORMACION PROTOCOLO DE ESTUDIO
COMPARACION DE PARAMETROS DE GASOMETRIA ARTERIAL OBTENIDO DE
MUESTRA RADIAL Y MUESTRA CAPILAR EN CON INSUFICIENCIA CARDIACA**

Fecha _____

Por medio de la presente hago constar que se me informado acerca del protocolo de estudio **Comparacion de parametros de gasometria arterial obtenido de muestra radial y muestra capilar en pacientes con insuficiencia cardiaca.**

Declaro que se me ha informado acerca del procedimiento a realizar en el estudio, asi como de los riesgos y beneficios de dicho procedimiento.

Acepto que se me realice los procedimientos de gasometria por via radial y gasometria por via capilar con fines de investigacion.

Entiendo y acepto que mis datos personales sean utilizados para este estudio y que seran manejados con confidencialidad .

Nombre y firma del paciente del paciente

Nombre y firma del testigo.

ANEXO C

Valores críticos de la r de Pearson para una prueba unilateral según grados de libertad (N-2)

N - 2	0.05	0.025	0.01	0.005
1	0.988	0.997	0.9995	0.9999
2	0.900	0.950	0.980	0.990
3	0.805	0.878	0.934	0.959
4	0.729	0.811	0.882	0.917
5	0.669	0.754	0.833	0.874
6	0.622	0.707	0.789	0.834
7	0.582	0.666	0.750	0.798
8	0.549	0.632	0.716	0.765
9	0.521	0.602	0.685	0.735
10	0.497	0.576	0.658	0.708
11	0.476	0.553	0.634	0.684
12	0.458	0.532	0.612	0.661
13	0.441	0.514	0.592	0.641
14	0.426	0.497	0.574	0.623
15	0.412	0.482	0.558	0.606
16	0.400	0.468	0.542	0.590
17	0.389	0.456	0.528	0.575
18	0.378	0.444	0.516	0.561
19	0.369	0.433	0.503	0.549
20	0.360	0.423	0.492	0.537
21	0.352	0.413	0.482	0.526
22	0.344	0.404	0.472	0.515
23	0.337	0.396	0.462	0.505
24	0.330	0.388	0.453	0.496
25	0.323	0.381	0.445	0.487
26	0.317	0.374	0.437	0.479
27	0.311	0.367	0.430	0.471
28	0.306	0.361	0.423	0.463
29	0.301	0.355	0.416	0.456
30	0.296	0.349	0.409	0.449
35	0.275	0.325	0.381	0.418
40	0.257	0.304	0.358	0.393
45	0.243	0.288	0.338	0.372
50	0.231	0.273	0.322	0.354
60	0.211	0.250	0.295	0.325
70	0.195	0.232	0.274	0.302
80	0.183	0.217	0.256	0.283
90	0.173	0.205	0.242	0.267
100	0.164	0.195	0.230	0.254