

**Correlación entre el Delta de CO₂/Diferencia
arteriovenosa con Índice Cardíaco en paciente en
postoperatorio de cirugía cardíaca**

Autores:

Alfredo Hinestroza Diaz del Castillo, MD

Jairo Antonio Pérez Cely, MD

Tutor temático

Dr. Ricardo Buitrago

Dra. Marcela Póveda

Unidad de Cuidado Intensivo

Fundación Clínica Abood

Shaio

Tutor Epidemiológico

Álvaro Sanabria, MD, MSc

Facultad de Medicina

Universidad de la Sabana

2011

TABLA DE CONTENIDO

1. Resumen general
2. Introducción y planteamiento del problema
3. Marco teórico
4. Objetivos
5. Métodos
 - 5.1 Población
 - 5.2 Criterios de inclusión
 - 5.3 Criterios exclusión
 - 5.4 Muestreo
 - 5.4.1 Tipo de Muestreo
 - 5.4.2 Selección de la muestra
 - 5.4.3 Tamaño de la muestra
 - 5.5 Reclutamiento
 - 5.6 Técnicas y procedimientos
6. Variables
 - 6.1 Variables dependientes
 - 6.2 Variables Independientes
7. Instrumento
8. Análisis de los datos
9. Aspectos éticos
10. Administración
 - 10.1 Cronograma
11. Resultados
12. Discusión
13. Conclusiones
14. Bibliografía
15. Anexos

1. RESUMEN GENERAL

La enfermedad aterosclerótica cardiaca es una condición médica cada día más común, siendo una de las principales causas de morbi-mortalidad mundial, a pesar de los avances técnicos y de procedimientos percutáneos, la cirugía de revascularización miocárdica es un procedimiento común, realizado en múltiples centros en nuestro país, con grandes costos al sistema de salud por la infraestructura necesaria y los insumos requeridos y exámenes para clínicos utilizados para su diagnóstico, manejo intraoperatorio y seguimiento postquirúrgico inmediato, esto hace necesario la introducción de nuevas herramientas que permitan al clínico el abordaje apropiado en el manejo postoperatorio en unidades de cuidado intensivo (1-2).

Los gases arteriales son una herramienta que ha evolucionado con el avance de la medicina, en sus inicios su valor diagnóstico eran los datos aportados del equilibrio ácido base corporal, determinando si este trastorno era de origen renal o pulmonar y si su compensación era la esperada, posteriormente y de la mano con las nuevas teorías del balance de hidrogeniones, elementos con la base exceso y la utilización pareada de los gases venosos permitió hallar por medio de un examen sencillo determinaciones concernientes a apropiada perfusión y oxigenación tisular, diferenciación de tipos de hipoxia y monitorización de la respuesta a maniobras de reanimación entre otros.

La utilización de la gasimetría arteriovenosa como marcador del gasto cardiaco, permite con una herramienta común y económica, valorar el desempeño cardiaco, hacer diagnóstico de disfunción ventricular temprana, guiar la toma de decisiones y seguimiento.

El objetivo de este trabajo es evaluar la correlación de dos marcadores obtenidos del cálculo de gases arteriovenosos (Delta de CO₂ y Diferencia arteriovenosa) con el gasto cardiaco obtenido por catéter de arteria pulmonar, en el postoperatorio de pacientes de cirugía cardiaca.

Se diseñó este estudio tipo correlación de dos marcadores de perfusión tisular, basados en una muestra de 130 paciente provenientes de una base de datos

de pacientes en postoperatorio de cirugía cardiotorácica de la clínica Shaio, se correlacionara el gasto cardiaco con la diferencia arteriovenosa y el Delta de pCO₂ luego del ingreso a la UCI.

Se espera determinar cuál de la dos variables, ya estudiadas por separado en la literatura médica, se correlaciona mejor con el gasto cardiaco.(2-5), esperando una correlación del 0.40 (1, 17, 19)

2. INTRODUCCIÓN y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los pacientes sometidos a cirugía cardiotorácica requieren una intensa monitoria hemodinámica, la cual se desarrolla con mediciones macro vasculares y micro vasculares, en el primer grupo se encuentra los determinantes entregados por el catéter de arteria pulmonar entre estos el gasto e índice cardiaco, a nivel micro vascular, cada día se utiliza más las variables gasimétricas que documentan las interacciones de flujo sanguíneo, aporte y consumo de oxígeno, entre ellas los gradientes arterio-venosas. La medición de estos gradientes permiten valorar la interacción del trabajo cardiaco y la micro circulación.

La determinación de cuál de los gradientes arteriovenosos se correlaciona más con el gasto cardiaco, permitirá hallar un marcador microvascular de perfusión tisular, que aunque requiera la inserción de un catéter venoso central para obtener sangre en la unión cavo-atrial, limitaría el uso de catéter arteria pulmonar, para determinar la respuesta cardiovascular en un paciente en cuidado intensivo sometido a un procedimiento quirúrgico cardiotorácico.(6)

El manejo del paciente crítico, que implica el diagnóstico y seguimiento hemodinámico de los cambios en el manejo y de las medidas adoptadas implica el valorar una serie de parámetros dinámicos, los cuales permitirán realizar aproximaciones terapéuticas exitosas, existe en la literatura médica algunos estudios que muestran una moderada correlación del gasto cardiaco con los gradientes veno-arteriales, pero esto es principalmente estudiado en

paciente con procesos infecciosos severos, aquí surgió la pregunta de investigación que es cuál de estas dos variables se correlacionan mejor con los parámetros de desempeño cardiaco medidos por el catéter de arteria pulmonar en pacientes luego de cirugía cardiaca. (7)

El poder determinar una adecuada correlación gasimétrica en este grupo de pacientes, nos permitiría obtener un marcador de severidad, que ayudaría en el manejo y seguimiento médico.

3. MARCO TEORICO

La principal función de la micro circulación es transportar el oxígeno y los nutrientes a la célula y garantizar la adecuada entrega de estos; durante la enfermedad, debe entregar la medicación indicada a las células blanco. La micro circulación sana responde a los cambios de mayor demanda metabólica y flujo sanguíneo de cada órgano. La micro circulación consiste en los pequeños vasos sanguíneos (< 100 un de diámetro), donde el oxígeno se libera a los tejidos, constando de arteriolas, capilares y vénulas. Las principales células que hacen parte de la micro circulación son las células endoteliales que se encuentran cubriendo los vasos sanguíneos, las células del músculo liso, principalmente de las arteriolas, los glóbulos rojos, leucocitos y componentes del plasma. La estructura y función de la micro circulación es altamente heterogénea en los diferentes órganos de los sistemas. En general, controla la presión arterial, el tono arteriolar, la reología y patencia en el capilar, lo que finalmente determina el flujo sanguíneo del capilar. (1,8-10)

Los mecanismos que regulan la micro circulación son de diferentes clases, como el miogénico (receptores de estiramiento y estrés), metabólico (regulación basada en O₂, CO₂, lactato e hidrogeniones) y neurohumoral. El endotelio es el sistema que controla el flujo sanguíneo, tiene función metabólica y regula sustancias que controlan el tono de las células del músculo liso arteriolar y recluta capilares. Transmite información de las condiciones

hemodinámicas locales. Además cumple funciones sobre la coagulación y la función inmune. (11)

El gasto cardíaco medido por termodilución es una medida de cuantificación del gasto cardíaco utilizada ampliamente hace varias décadas como medida de monitoria en pacientes críticos en urgencias y cuidado intensivo, lastimosamente es un dispositivo invasivo y no ampliamente disponibles en todas las instituciones. Diversas formas de medición del gasto cardíaco han sido planteadas, variando en su grado de exactitud, correlación y costos.

Aplicando el principio de Fick de gasto cardíaco ($GC=VO_2/CaO_2-CvO_2$ o $GC=VCO_2/CaCO_2-CvCO_2$), al reorganizar la ecuación, se observa la inversa relación entre gasto cardíaco y diferencia venosa mixta.

Diversos estudios han mostrado una correlación entre la diferencia arteriovenosa de oxígeno ($DavO_2$)/Delta de CO_2 (ΔPCO_2) mixto con el Índice cardíaco (IC) . (12)

La medición de la diferencia veno-arterial de pCO_2 , se obtiene de sustraer la presión periférica arterial de CO_2 a la presión central venosa de CO_2 (Delta de CO_2). La falla circulatoria secundaria a hipovolemia, sepsis o disfunción cardíaca primaria es asociada con hipercapnia tisular (venosa) esto debido a que la oxidación celular sobrepasa las medidas de buffer existentes e implica hipoperfusión tisular, mientras que la elevación de CO_2 arterial es dependiente del intercambio gaseoso, de esta forma un incremento en estas diferencias sugiere hipoperfusión tisular (13-14).

4. OBJETIVOS

a. Objetivo General:

Determinar la correlación entre delta CO_2 , diferencia arteriovenosa mixta de oxígeno con Índice cardíaco

b. Objetivos Específicos

- Determinar la magnitud de la correlación de la diferencia arterio-venosa mixta de oxígeno con el Índice cardiaco
- Correlacionar el delta de CO₂ con el Índice cardiaco
- Describir los coeficientes de correlación entre las variables Δ PCO₂ e IC en el postoperatorio de cirugía cardiovascular para los periodos de 2, 6 y 12 horas

5. MÉTODOS

Estudio observacional descriptivo que pretende evaluar la correlación entre el Δ PCO₂ y Δ vO₂ mixta con el IC en pacientes adultos sometidos a cirugía cardiovascular

5.1 Población: Pacientes adultos sometidos a cirugía cardiorácica que ingresan a la unidad de cuidado intensivo cardiorácico de la clínica Shaio

5.2 Criterios de inclusión

- Pacientes adultos programados para CCV en la Clínica
- Cirugía cardíaca bajo bomba de circulación extracorpórea

5.3 Criterios de exclusión

- Pacientes con choque cardiogénico en el periodo perioperatorio
- Reintervenciones o revisiones quirúrgicas en el periodo postquirúrgico
- Pacientes con insuficiencia renal o hepática avanzada.

5.4 Muestreo

5.4.1 Tipo de muestreo

No probabilístico de selección consecutiva

5.4.2 Selección de la muestra

Selección por conveniencia de los pacientes que ingresan a la unidad de cuidado intensivo de la Fundación Abood Shaio

5.4.3 Tamaño de la muestra

Se calculó un tamaño de la muestra de 92 pacientes, utilizando la fórmula de prueba de hipótesis para coeficiente de correlación, usando un error tipo I de 5%,

un error tipo II de 20%, un coeficiente poblacional de 0.8 y uno esperado de 0.4 y a una cola, con el programa Tamamu©(Pontificia Universidad Javeriana).

5.5 Reclutamiento

Los datos se tomaran de una base de datos previamente diseñada cuyos datos originales fueron obtenidos de un estudio en que buscaba determinar los niveles de Acido láctico como seguimiento en los pacientes post quirúrgicosla Unidad de Cuidado Intensivo coronario de la Fundación Abood Shaio.

5.6 Técnicas y procedimientos

Se realizo un estudio de correlación donde se comparara el Índice cardiaco con los valores de los cálculos de gasimetría arteriovenosa (Delta de CO₂ y Diferencia arteriovenosa mixta) en pacientes con postoperatorio de cirugía cardiovascular a las dos horas de ingreso a la UCI.

Originalmente se realizó un estudio en la clínica Shaio que buscaba determinar los niveles de ácido láctico como seguimiento en los pacientes post quirúrgicos. Luego de analizar este estudio de forma detallada surgió la duda respecto a la correlación del gasto cardiaco (medido por medio de catéter de arteria pulmonar y determinado por técnica de termodilución, Baxter-Edwards, Irvine, CA, USA) como medida estándar de función ventricular izquierda en el postoperatorio cardiorácico y su relación con medidas obtenidas con los gases arteriovenosos (Radiometer, Waltham, MA, USA) , que serían no invasivas y permitirían una guía paraclínica en estos pacientes, esto relacionado con los niveles del ácido láctico como marcador de perfusión tisular. Luego de revisar los datos obtenidos de este estudio se diseñó este protocolo de investigación. Una vez los pacientes ingresaban a la UCI cardiovascular de la clínica Shaio, se iniciaba la reanimación volumétrica con cristaloides, se definirá la continuidad o inicio de soporte vasopresor / inotrópico y la ventilación mecánica bajo los siguientes criterios(Inestabilidad hemodinámica, fracción eyección del ventrículo izquierdo en eco cardiograma previo, parámetros hemodinámicas de catéter de arteria pulmonar realizados en salas de cirugía por anestesiología, disfunción pulmonar, complicaciones intraoperatorias) , A las dos horas luego de su ingreso se tomaban simultáneamente los para clínicos iniciales, que consisten en química

sanguínea, radiografía de tórax, gasimetría arteriovenosa y medición de parámetros de catéter de arteria pulmonar que incluyen: gasto cardiaco, resistencias vasculares, índices de trabajo ventricular, presión venosa central y presión en cuña. Se determinó que los valores iniciales de gasimetría AV (delta de CO₂- Diferencia AV), ácido láctico en sangre arterial e Índice cardiaco. Estos datos fueron recolectados en un formato de seguimiento que posteriormente se analizó.

6 Variables

6.1 Variable dependiente.

-Variables gasimétricas: Diferencia a-vO₂ y Diferencia v-aCO₂

6.2 Variables Independientes

-Gasto cardiaco medido por catéter arteria pulmonar ajustado al IC

Las variables se observan en el anexo 1.

7 Instrumento

El instrumento a utilizar se encuentra en el anexo 2

8 Análisis de los datos

Se utilizará el software SPSS versión 18 en español. La información obtenida se presentará en gráficos y tablas de frecuencias. Las variables categóricas se presentaran como proporciones y las variables continuas como promedio y desviación estándar o medianas. La comparación entre variables categóricas se realizará con la prueba de Chi cuadrado. La comparación entre variables continuas con distribución normal se establecerá mediante la prueba t de student para variables con distribución diferente a la normal. La normalidad de las variables se calculara con la prueba de shapiro-wilks. Se calculara el coeficiente de correlación de Pearson y se considerará significativo un valor de $p < 0.05$.

9 Aspectos éticos

Este es un estudio observacional considerado según la resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, como sin riesgo.

Se respetarán los principios para investigación en humanos enunciados en la Declaración de Helsinki y revisada en octubre de 2000 en Escocia por la Asamblea Médica Mundial y los de la resolución del Ministerio de Salud 008430 de 1993. La confidencialidad de los datos obtenidos será garantizada utilizando a manera de identificación el número de la historia clínica. Se limitará el acceso de los instrumentos de investigación únicamente a los investigadores principales. (Resolución Ministerio de Salud 008430 de 1993, Artículo 8)

En vista de lo anterior no se requiere consentimiento informado escrito.

10 Administración

10.1 Cronograma

El cronograma se encuentra en el anexo 3

11. Resultados

En total se incluyeron 130 pacientes que tuvieron registro de Da-vO₂ y de Dv-aCO₂, de los cuales a las 2 horas 111 pacientes tuvieron registro de Índice cardíaco, a las 6 horas 100 y a las 12 horas 107. Las características de la población se resumen en la tabla 1 y 2.

Tabla 1. Características de la población

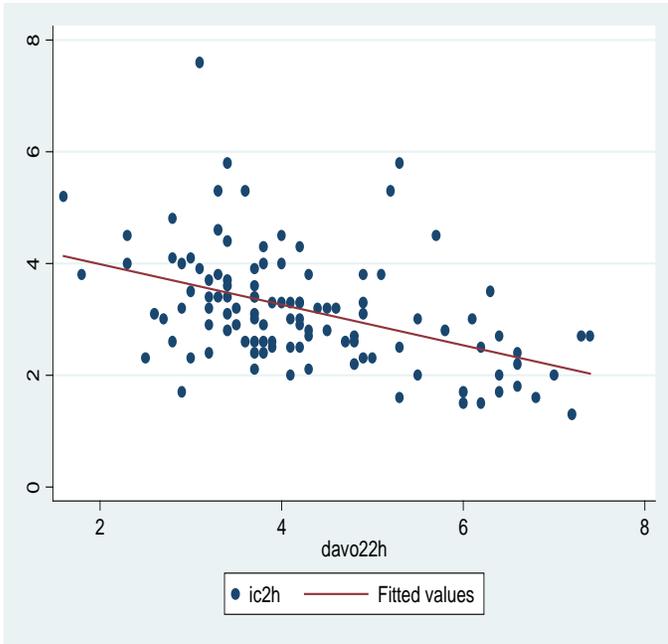
	N	Mínimo	Máximo	Media
Edad en años	130	21	87	65,91
FE %	130	20	75	48,51
Antecedente de DM	130	0	1	,76
Tiempo de clamp aórtico	108	0	118	57,68
Tiempo de Bomba CEC	108	48	192	91,52
Creatinina preQx	130	0,5	3,1	1,004
Euroscore	130	0	22	6,33
IC 2 h	111	1,3	7,6	3,171
IC 6 h	100	1,0	5,7	2,890

IC 12 h	107	1,2	5,3	2,983
Da - v O2 12 h	130	1,8	11,1	4,524
Dv - aCO2 2 h	130	0,0	18,2	5,634
Dv - aCO2 6 h	130	0,0	14,8	6,467
Dv - aCO2 12 h	130	0,0	13,7	5,982
Acido láctico 2 h	130	1,0	11,2	3,516
Acido láctico 6 h	130	0,8	10,1	2,798
Acido láctico 12 h	130	0,6	10,3	2,338

Tabla 2. Características de la población

	Frecuencia	Porcentaje
Sexo		
Masculino	88	67,7
Femenino	42	32,3
Disfunción renal preQx		
No	92	70,8
Si	38	29,2
Diabetes Mellitus		
No	31	23,8
Si	99	76,2
Tipo de cirugía		
RVM	92	70,8
CVA	19	14,6
CVA+tubovalvulado	4	3,1
CVM	6	4,6
CVT	1	,8
RVM+CVA	4	3,1
RVM+CVM	3	2,3
RVM+Doble cambio valvular	1	0,8

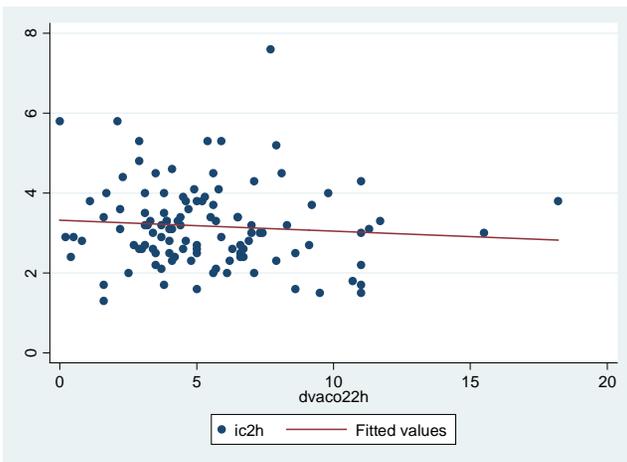
Al determinar la correlación entre el Índice Cardíaco y la Da-vO₂ se pudo encontrar que si hay una significancia estadística a las 2, a las 6 y a las 12 horas, pues todos los valores de P fueron menores a 0,05, mostrando que hay una relación inversamente proporcional entre la Da-vO₂ y el Índice Cardíaco; sin embargo el valor de la R para determinar correlación fue baja pues los valores oscilaron entre 0,447 y 0,566 siendo el de mayor tamaño a las 12 horas (Ver Gráfico 1, 3 y 5; Tabla 3). Igual sucedió con al establecer la correlación entre Delta de PCO₂ y el IC, cuyos valores de R oscilaron entre 0.081 y 0.332, siendo el de mayor valor a las 12 horas (Ver Gráfico 2, 4 y 6; Tabla 3). Podemos observar que existe una mejor correlación lineal inversa entre la Diferencia a-vO₂ que con el Delta v-aCO₂ con el índice cardíaco.

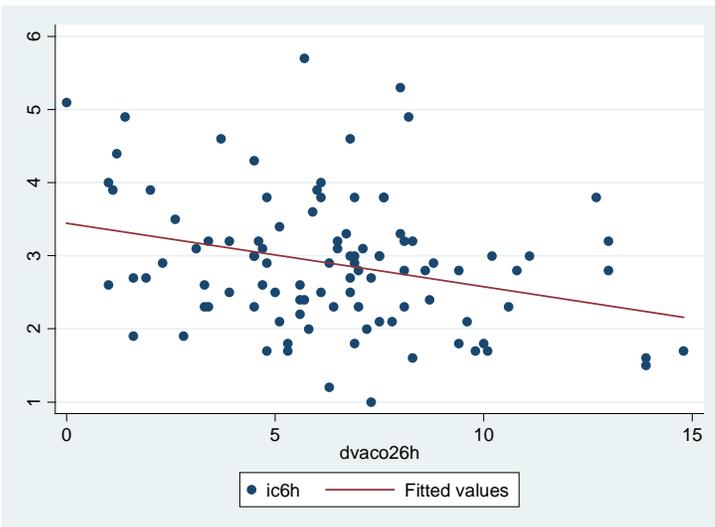
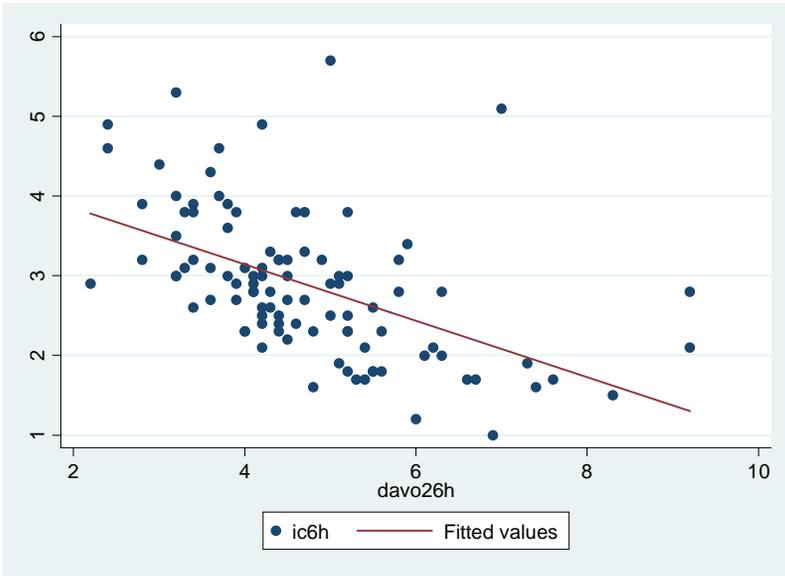


R = -0.4463

R-squared = 0.1992

twoway scatter ic2h davo22h || lfit ic2h davo22h





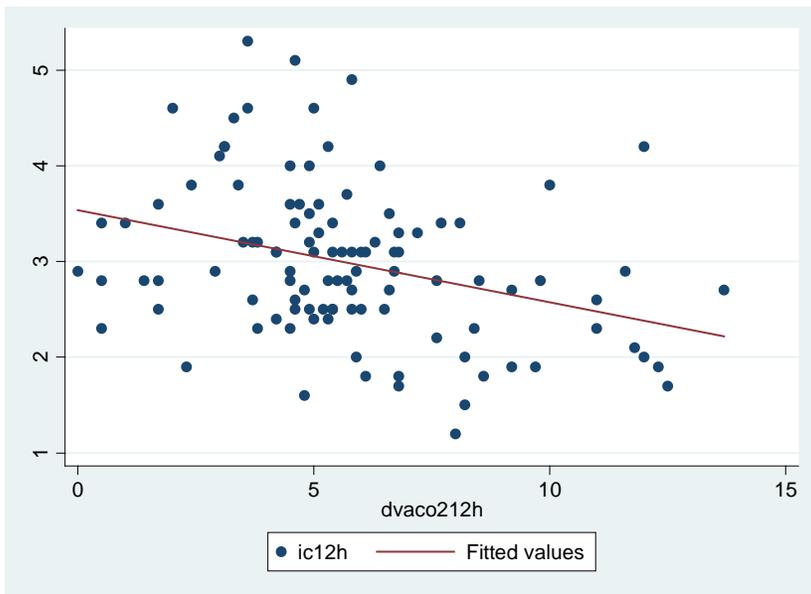
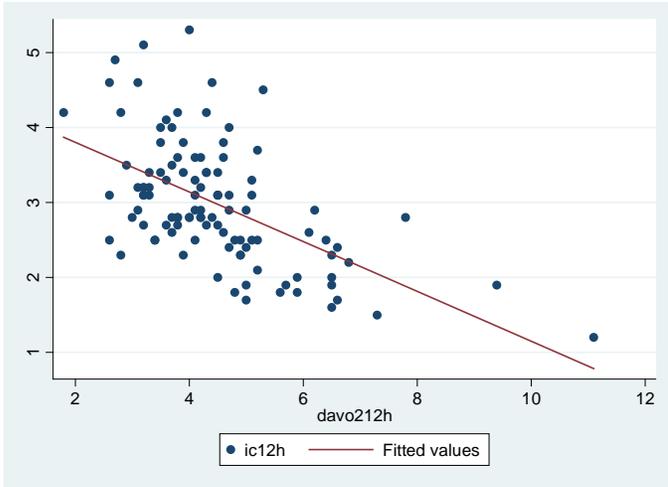


Tabla 3. Correlación con Índice Cardíaco con Gasimetría AV

	Valor R	Valor R Cuadrado	Valor P
Da - v O2 2 h	0,447	0,199	0,000
Da - v O2 6 h	0,518	0,268	0,000
Da - v O2 12 h	0,566	0,320	0,000
Dv - aCO2 2 h	0,081	0,007	0,396
Dv - aCO2 6 h	0,288	0,083	0,004
Dv - aCO2 12 h	0,332	0,110	0,000

12. Discusión

Revisando la literatura médica que utiliza estas medidas gasimétricas para determinar perfusión tisular, encontramos que aunque existen subgrupos de pacientes en los estudios, no hay un estudio similar al nuestro, que evalué la gasimetría y el Índice cardíaco en post quirúrgico de cirugía cardíaca, pero si se observa que la tendencia es de una correlación no mayor de 0.5, que estadísticamente es mala entre Delta CO₂/ Diferencia AV O₂ con el Índice cardíaco. Pero que la correlación no sea mayor no implica que los valores de gasimetría AV no tenga valor o significado clínico, un ejemplo es el estudio realizado por Henry Oliveros y cols, se evaluo la Diferencia arterio-venosa de CO₂ (Δ PCO₂) en pacientes con sepsis que ingresaron a cuidados intensivos , buscando determinar la asociación entre la Δ PCO₂y el Índice cardíaco con mortalidad. Se realizaron 3058 registros correspondientes a 118 pacientes diagnosticados con sepsis de cualquier origen y manejados con catéter de arteria pulmonar, en sus hallazgos encontraron un coeficiente de correlación de -0.198 y un valor p de 0.0337, que confirmó la existencia de una asociación lineal negativa significativa entre IC y Δ PCO₂, siendo esta ultima variable la que presento mayor correlación con mortalidad, concluyendo que la Δ PCO₂, es una medición eficiente para el seguimiento de pacientes sépticos , con mejor capacidad predictiva de complicaciones clínicas (21). Aunque esperábamos unos valores más altos de correlación debido al tipo de pacientes que estudiábamos, en el que su patología principal es una disfunción ventricular exacerbada por el procedimiento quirúrgico (anestesia, enfriamiento corporal, circulación extracorpórea etc.) que llevaría a disminución inicial del gasto cardíaco acompañado de hipoperfusión tisular hipo dinámica, que al mejorar en el post operatorio iría de la mano con la normalización de los índices gasimétricos, que esto no ocurriera podría ser debido al estado acido base con alteración

de la curva de disociación de la hemoglobina, temperatura corporal baja, hemodilución post bomba, entre otros.

En nuestro estudio utilizamos el análisis de correlación herramienta estadística que cuantifica el grado de correlación entre dos o más variables, pero no es el mejor instrumento para hallar relaciones entre variables, por lo tanto que el gasto cardiaco mejore (aumente) y que las variables gasimétricas medidas lo hagan también, no necesariamente implican causalidad, porque como dijimos, no es la mejor herramienta para determinar asociación entre dos variables.

Las posibles limitaciones de la correlación entre estas medidas gasimétricas y el IC, si damos por hecho que la técnica de medición y toma de muestras es la correcta y esta adecuadamente estandarizada, probablemente se deba desde el punto de vista fisiológico a que hay otros componentes que tienen que ver con la perfusión tisular y que no necesariamente depende solamente del índice cardiaco como una relación lineal inversa, que es lo que en los estudios de correlación se conoce como el problema de la tercera variable. La otra limitante de este tipo de estudios es la direccionalidad, es decir lo difícil que es demostrar cual variable ocurre en primer lugar y cual en segundo lugar.

13. Conclusiones

Los resultados encontrados en el presente trabajo nos muestran que la correlación entre el Índice Cardiaco y la diferencia arterio-venosa de oxígeno es muy pobre y mucho más con la diferencia veno-arterial de oxígeno mixta en el periodo postoperatorio inmediato de los pacientes que son llevados a cirugía cardiovascular.

En un estado basal y normal, las diferencias entre los gases arteriales y venosos son pocas, pero en estados de bajo gasto cardiaco y arresto, estas diferencias se hacen notorias, siendo la Diferencia AV de CO₂ (Δ PCO₂) un predictor del índice cardiaco, en el estudio de Durkin et al, se analizaron 44 pacientes, dividiendo en dos grupos, los de índice cardiaco (IC) normal (2.6 to 4.1 L/min/m²) y bajo (menor 2.6 L/min/m²), encontrando en estos dos grupos una adecuada correlación y relación inversa del Δ PCO₂ con el gasto cardiaco en los dos grupos, con IC normal había una diferencia media de Δ PCO₂ 4,88 ± 0,40 mm Hg. En los

pacientes con IC bajo el ΔPCO_2 fue $7,44 \pm 0,63$ mm Hg ($P = 0,001$), en dos estudios similares (8, 15) realizados por el Dr. Cuschieri et al en donde analizo el valor y significado del ΔPCO_2 y el índice cardiaco, en pacientes con diversas patologías como: procesos infecciosos, choque, arresto cardiaco y únicamente contemplaba 25 pacientes en postoperatorio de infarto, encontrando una correlación moderada entre estas dos variables, pero el tipo de pacientes de estos dos trabajos no es comparable. El estudio de K.M. Ho, incluyo 16 pacientes con choque cardiogénico y séptico, describiendo como principal hallazgo un valor predictivo negativo del ΔPCO_2 para excluir estados de bajo gasto cardiaco cuando el ΔPCO_2 era normal ($\leq 5\text{mmHg}$). En un estudio realizado en Colombia por el Dr.

En nuestro protocolo estudiamos únicamente pacientes postquirúrgicos de cirugía cardiaca, en una sola institución con igual protocolo de manejo y seguimiento, encontrando como ya se cito una inapropiada correlación de la gasimetría AV con el IC como es citada en algunos estudios.

Existen algunas limitantes del estudio debido a variables confusoras, que pudiesen estar presentes como: Niveles de hemoglobina, estado acido-base, trabajo ventilatorio, temperatura, trastornos metabólicos.

Como probables explicaciones de esta mala correlación del ΔPCO_2 con el IC, encontramos ΔPCO_2 fue influenciado por la tasa metabólica, la temperatura del cuerpo, y la eliminación de CO_2 a través de la alteración los pulmones. Adicionalmente podríamos pensar que el gasto cardiaco medido por catéter de arteria pulmonar podría quedar "retrasado" en la medición fidedigna del desempeño ventricular cuando se compara con parámetros gasimétricas arterio-venosas, y en este caso la medición de Ac láctico como marcador de perfusión tisular podría ser de utilidad como marcador de oxigenación en los tejidos. Esto abre una serie de interrogantes para estudios posteriores en pacientes postquirúrgicos cardiacos en los cuales según nuestros hallazgos no existe una apropiada correlación de mediciones macro y microvasculares.

14. Bibliografía

1. Durkin R, Gergits MA, Reed JF 3rd, Fitzgibbons J. The relationship between the arteriovenous carbon dioxide gradient and cardiac index. *Journal Crit Care*. 1993;8(4):217-21
2. Rivers E. et al. Early Goal Directed Therapy in the treatment of the severe sepsis and septic shock. *NEJM* 2001;345:1368–77.
3. Ranucci M. et al. Hyperlactatemia during cardiopulmonary bypass: determinants and impact on postoperative outcome. *Critical Care* 2006, 10 :R167
4. Pearse R. et al. Changes in central venous saturation after major surgery, and association with outcome. *Critical Care* 2005,9:R694- R699.
5. Pearse R. et al. Early goal-directed therapy after major surgery reduces complications and duration of hospital stay. A randomised, controlled trial. *Critical Care* 2005, 9:R687-R693
6. Poonam K. et al. Early Goal Directed Therapy in moderate to high risk cardiac surgery. *Annals of Cardiac Anaesthesia*. 2008;1(11):27-33
7. Heringlake M. et al. Goal – Directed hemodynamic optimitation in high – risk Cardiac Surgery patients a tale from the past or a future obligation? *Minerva Anesthesiol* 2008 ; 74: 251 – 8
8. Cuschieri J. et al. Central venous-arterial dioxide difference as an indicator of cardiac index. *Intensive Care Med*. 2005;31(6):818-22
9. Cavaliere F. et al. Arterial-venous PCO₂ gradient in early postoperative hours following myocardial revascularization. *J.Cardiovasc Surg*.1996 ;37(5):499-503
10. Ruokonen E. et al. Venoarterial CO₂ gradient after cardiac surgery: relation to systemic and regional perfusion and oxygen transport. *Shock*. 1997;8(5):335-40
11. Burchell SA. Et al. Evaluation of a continuous cardiac output and mixed venous oxygen saturation catheter in critically ill surgical patients. *Critical Care Med*. 1997;25(3):388-91
12. Takami Y. et al. Mixed venous-arterial CO₂ tension gradient after cardiopulmonary bypass. *Asian CardiovascThorac Ann*.2005;13(3):255-60.

13. Ariza M. et al. Blood lactate and mixed venous-arterial PCO₂ gradient as indices of poor peripheral perfusion following cardiopulmonary bypass surgery. *Intensive Care Med.* 1991;17(6):320-4.
14. Wahba RW. Et al. Changes in PCO₂ with acute changes in cardiac index. *Can J Anaesth.* 1996;43(3):243-5.
15. Durkin R. et al. The relationship between the arteriovenous carbon dioxide gradient and cardiac index. *Journal of critical care.* 1993;(8)4:217-221
16. Cuschien, J. et al. Arterial-venous carbon dioxide gradients as an indicator of cardiac index: a comparison between the mixed and central venous. *Critical Care Medicine* 1998: 26(1) Supplement:62^a
17. Cavaliere F. et al. Arterial-venous PCO₂ gradient in early postoperative hours following myocardial revascularization. *Journal of cardiovascular Surg.* 1996;37(5):499-503
18. Yazigi A. et al. Correlation between central venous-arterial carbon dioxide tension gradient and cardiac index changes following fluid therapy. *Annals of Cardiac anaesthesia.* 2010;13(13): 269
19. Raymond D. et al. the relationship between the arteriovenous carbon dioxide gradient and cardiac index. *Journal of critical care.* 1993;8(4): 217
20. Ho KM. A comparison of central venous-arterial and mixed venous-arterial carbon dioxide tension gradient in circulatory failure. *Anaesth Intensive Care.* 2007: 35(5):695-701.
21. Oliveros H et al. Ecuaciones de estimación generalizada en la evaluación del Da-vCO₂ como índice de perfusión en pacientes sépticos que ingresaron a la unidad de cuidados intensivos post quirúrgica del hospital militar central entre 1997 y 2004.

Anexo 1. Variables

Numero	Variable	Nivel de medición	Categorías
1	Sexo	Categórica Nominal	Masculino Femenino
2	Edad	Continua Razón	Años cumplidos
3	Euroscore	Continua Intervalo	Puntos
4	Tipo de cirugía	Categórica Nominal	RVM____ CVA____ CVA + TUBO VALVULADO____ CVM____ CVT____ RVM + CVA____ RVM + CVM____ RVM + CVT____ RVM + DOBLE CAMBIO VALVULAR____
5	Tiempo de clamp aórtico	Continua Razón	min
6	Reanimación volumétrica	Continua Razón	ml
7	Índice Cardíaco	Continua Razón	L/min/m ²
	Da-vO ₂	Continua Razón	Mm Hg
	Dv-aCO ₂ (Delta CO ₂)	Continua Razón	Mm Hg
	Acido láctico	Continua Razón	(mmol/L)

FORMATO DE RECOLECCION DE LA MUESTRA

Anexo 2

1. IDENTIFICACION _____
2. HISTORIA CLINICA _____
3. EDAD _____ años
4. SEXO _____
5. EUROSCORE _____ puntos
6. FRACCION DE EYECCION _____%
7. TIPO CIRUGIA
 - a. RVM _____
 - b. CVA _____
 - c. CVA + TUBO VALVULADO _____
 - d. CVM _____
 - e. CVT _____
 - f. RVM + CVA _____
 - g. RVM + CVM _____
 - h. RVM + CVT _____
 - i. RVM + DOBLE CAMBIO VALVULAR _____
8. TIEMPO DE CLAMP AORTICO _____ min
9. REANIMACION VOLUMETRICA
10. INDICES DE PERFUSION TISULAR

PARAMETRO	2 HORAS	6 HRAS	12 HRAS
Índice Cardíaco			
Da-vO ₂			
Dv-aCO ₂ (Delta CO ₂)			
Acidolactico (mmol/L)			

Anexo 3: Cronograma de actividades

<i>Actividad</i>	<i>Mes</i>					
	<i>2010</i>					
	<i>ABR</i>	<i>MAYO</i>	<i>JUN</i>	<i>JUL</i>	<i>AGO</i>	<i>SEP</i>
<i>Realización, evaluación y corrección</i>						
<i>Aprobación y estandarización</i>						
<i>Recolección de información</i>						
<i>Tabulación</i>						
<i>Análisis de datos</i>						
<i>Informe final y publicación</i>						



ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO TOTAL
PARA LOS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

**Correlación entre el Delta de CO2/Diferencia arteriovenosa con
gasto cardiaco en paciente en postoperatorio de cirugía cardiaca**

1. CONSECUTIVO	

2. DETALLE DEL PRESUPUESTO TOTAL				
Diligenciar las celdas sombreadas				
La información solicitada de la Universidad de La Sabana, se debe diligenciar en la hoja Anexos.				
Rubros	Fuentes			Total
	Fondo Patrimonial Especial	Financiamiento Externo	Unidad Académica	
1. Personal	-	5.031.529	4.116.706	9.148.235
2. Equipos	-	-	-	-
3. Materiales	-	300.000	-	300.000
4. Salidas de Campo	-	200.000	-	200.000
5. Viajes	-	1.600.000	-	1.600.000
6. Bibliografía	-	-	100.000	100.000
7. Software	-	-	-	-
8. Publicaciones	-	-	100.000	100.000
9. Honorarios y Servicios Técnicos	-	500.000	-	500.000
10. Construcciones	-	-	-	-
11. Mantenimiento	-	-	-	-
12. Administración	-	-	-	-
13. Otros	-	-	-	-
Total	-	7.631.529	4.316.706	11.948.235

* Recursos existentes en la Universidad que no implican erogaciones adicionales.