



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO E INVESTIGACION
SECRETARÍA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA "DR. IGNACIO CHÁVEZ"

**"UTILIDAD DE LAS PRUEBAS DE FUNCION RESPIRATORIA PREVIO A
CIRUGIA CARDIACA PARA IDENTIFICAR EL RIESGO DE
COMPLICACIONES PULMONARES POST-QUIRURGICAS"**

T E S I S
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN CARDIOLOGÍA

PRESENTA
DR. MANUEL ANTONIO RUIZ GOYTORTUA

DIRECTOR GENERAL DE ENSEÑANZA
DR. JOSE FERNANDO GUADALAJARA BOO

ASESOR DE TESIS
DR. FRANCISCO MARTIN BARANDA TOVAR



MEXICO, D.F.

2007



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.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
FACULTAD DE MEDICINA
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA "DR. IGNACIO CHÁVEZ"**



**“UTILIDAD DE LAS PRUEBAS DE FUNCION RESPIRATORIA PREVIO A
CIRUGIA CARDIACA PARA IDENTIFICAR EL RIESGO DE
COMPLICACIONES PULMONARES POST-QUIRURGICAS”**

**TESIS DE POSGRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
ESPECIALISTA EN CARDIOLOGÍA**

**PRESENTA
DR. MANUEL ANTONIO RUIZ GOYTORTUA**

MEXICO, D. F.

2007

DR. FRANCISCO MARTIN BARANDA TOVAR

**JEFE DE SERVICIO
TERAPIA INTENSIVA POST-QUIRURGICA CARDIOVASCULAR**

DRA. ANA JULIA BOTELLO SILVA

**MEDICO ADJUNTO
TERAPIA INTENSIVA POST-QUIRURGICA CARDIOVASCULAR**

DR. JOSE FERNANDO GUADALAJARA BOO

**DIRECTOR GENERAL DE ENSEÑANZA
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA IGNACIO CHAVEZ**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero a Dios, gracias te doy Señor por haberme concedido la dicha de la vida y haberme puesto en el camino a las personas que amo.

A mi madre por haber sido el conducto por el que tengo la vida, agradezco su apoyo incondicional, arrojo, amor, preocupaciones y desvelos. A mi padre porque sin su ayuda al inicio de mis estudios hubiera sido imposible llegar hasta este punto del camino.

Mis hermanos Carlos, Yajaira y Yaritza, pues de ellos siempre he tenido su mejor palabra de aliento en el camino de la vida.

Mis dos pequeñas hijas, Manée y Aimée, a las que amo y aunque a su corta edad aún no entienden el significado de este logro, no tengo más que recompensarles el tiempo y el amor que me han dado.

A mis maestros y amigos del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” los doctores Francisco Martín Baranda Tovar y Ana Julia Botello Silva, inspiradores y guías que sin su arduo trabajo y apoyo este logro no hubiera sido posible.

Y a mi amiga y compañera en esta y otras fatigas, la Dra. Sandra Yae Nagay, nunca podré agradecer lo suficiente tu apoyo.

Manuel Antonio Ruiz Goytortúa

DEDICATORIA

Dedico este gran logro en mi vida a la mujer que ha sido mi amiga, mi compañera y amor de mi vida, admiro tu gran esfuerzo, tenacidad, impulso y capacidad, así como tu inteligencia para levantarme emocionalmente en los momentos difíciles y reír conmigo en los momentos felices.

Es por ella, por su comprensión y apoyo que hoy puedo llevar a feliz término este camino que hace unos años emprendimos.

Hemos caminado juntos y hemos llegado, te agradezco el sacrificio que has hecho; lo que hoy he logrado es gracias a ti Ivye.

INDICE

ABREVIATURAS

1. ANTECEDENTES.....	3
A. INTRODUCCION	
B. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
C. MARCO TEORICO	
D. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	
E. HIPOTESIS	
2. OBJETIVOS.....	12
3. DISEÑO METODOLÓGICO.....	13
A. Sede	
B. Diseño	
C. Selección de la muestra	
D. Criterios de inclusión	
E. Criterios de exclusión	
F. Criterios de eliminación	
G. Definiciones operacionales	
H. Variables	
I. Descripción del estudio	
4. RECURSOS.....	27
5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	28
6. ASPECTOS ETICOS.....	29
7. RESULTADOS	30
8. DISCUSION.....	36
9. CONCLUSIONES.....	40
10. BIBLIOGRAFIA.....	41
11. ANEXOS.....	44

ABREVIATURAS

CEC	CIRCULACION EXTRACORPOREA
PFR	PRUEBAS DE FUNCION RESPIRATORIA.
TLC	CAPACIDAD PULMONAR TOTAL
RV	VOLUMEN RESIDUAL
FRC	CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL
ERV	VOLUMEN DE RESERVA ESPIRATORIO
FVC	CAPACIDAD VITAL FORZADA
FEF _{25%-75%}	FLUJO ESPIRATORIO FORZADO 25%-75%
MEF _{50%}	FLUJO ESPIRATORIO MEDIO 50%
FEV _{1V}	VOLUMEN ESPIRATORIO MAXIMO EN EL 1º SEGUNDO

1. ANTECEDENTES

1. A) INTRODUCCION

La cirugía cardíaca ha evolucionado a través de los años, sin embargo la revolución más trascendental tuvo su origen después del advenimiento de la circulación extracorpórea (CEC); la idea de poder detener el corazón durante un procedimiento quirúrgico cardíaco pero a la vez mantener la circulación y la oxigenación periféricas siempre cautivó al hombre, el diseño de la CEC abrió el camino para la cirugía cardíaca pues previo a esto sólo se realizaban cirugías poco complejas, varios procedimientos van ligados a la CEC, tal es el caso de la heparinización sistémica, hipotermia y la cardioplejia, mientras el enfermo se encuentra en asistencia con la CEC el ritmo de perfusión es continuo, es decir se produce un flujo constante y laminar no pulsátil, esto activa la cascada de la coagulación y se pueden presentar microembolias gaseosas o de elementos sanguíneos.

Los procedimientos quirúrgicos junto a la utilización de la CEC pueden generar en el enfermo diversas alteraciones homeostáticas que van desde ser temporales hasta permanentes y que pueden ser desencadenadas por la respuesta inflamatoria sistémica provocada por el contacto de la sangre con los circuitos de la CEC, la liberación de endotoxinas y por desarrollo de isquemia-reperfusión¹, el cual es un fenómeno trascendental durante la CEC. De todas las complicaciones vistas en estos enfermos, tales como cerebrales, hematológicas, miocárdicas, renales y pulmonares principalmente, son estas últimas las que motivan el presente trabajo de

investigación, ya que las maniobras de protección pulmonar son insuficientes o mínimas como lo veremos más adelante, a diferencia de las estrategias que podemos ver en protección cerebral y protección miocárdica durante la perfusión con la CEC.

Las complicaciones pulmonares pueden ser variadas, las atelectasias que son de las principales, esta descrita su aparición entre un 60% al 80% de los casos y pueden ser de menor o mayor gravedad, el broncoespasmo (por enfermedad pulmonar previa o en respuesta a la manipulación de la vía aérea o efectos farmacológicos), edema pulmonar cardiogénico (por disfunción ventricular izquierda ya sea sistólica o diastólica secundaria a aturdimiento miocárdico a consecuencia de tiempos prolongados de CEC), la embolia pulmonar, derrame pleural, neumonía y parálisis diafragmática son otras de las complicaciones que pueden aparecer con relativa frecuencia posterior a la cirugía cardiaca.

1. B) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como es de esperarse los pulmones no están exentos de lesión durante la bomba de CEC, la cantidad de CO₂ removido del tejido periférico por 1 litro de sangre disminuye alrededor del 30% y el daño del transporte del CO₂ persiste después de la restauración de la circulación fisiológica; el daño en el transporte del CO₂ es debido principalmente a hemodilución pero puede empeorarse a consecuencia de la acidosis², se ha pensado que estas complicaciones tienen relación estrecha con múltiples factores como el colapso pulmonar durante la perfusión con CEC, la alteración en las presiones vasculares pulmonares y en la permeabilidad capilar³⁻⁵.

Mucho se ha investigado a cerca de las lesiones miocárdicas producidas por la CEC y la forma en la que estas pueden contrarrestarse, la solución cardiopléjica tiene un papel trascendental en la inducción de la asistolia y mantenimiento de la misma durante la cirugía cardiaca debido a su composición, como lo demostraron diversos estudios en la que se investigó a la cardioplejia cristaloides multidosis, introducida en 1976⁶, la cardioplejia sanguínea fría introducida en 1978⁷⁻⁸, la solución cardiopléjica de sangre tibia en 1977⁹; y cuando se inició también intercalando anterógrada y retrógrada en 1989¹⁰ y en 1994 en que se aplicó anterógrada y retrógrada simultáneamente¹¹ así también perfusión con sangre fría de aplicación continua¹² pero a la protección pulmonar y sus complicaciones no se les ha dado el lugar que merecen pues en la Terapia Intensiva Posquirúrgica Cardiovascular seguimos viendo un sinnúmero de complicaciones pulmonares de todo tipo lo que nos obliga primero a conocer su frecuencia.

1. C) MARCO TEORICO

La cirugía cardíaca ha tenido una evolución sorprendente desde los primeros intentos de operar un corazón hasta la cirugía cardíaca en la actualidad; la cirugía cardiovascular ha ido integrando nuevos procedimientos cada vez mas ingeniosos a sus técnicas quirúrgicas, con ellos se han descrito diversas técnicas quirúrgicas como valvulotomías digitales, posteriormente con el valvulotomo, plastías de los anillos valvulares y posteriormente cambios valvulares por válvulas protésicas de diversos materiales hasta llegar a las aleaciones metalúrgicas actuales pasando por las válvulas de animales o de pericardio animal, sólo por mencionar algunos avances.

En 1953 John Gibonn Jr utilizó por primera vez la CEC para reparar un defecto septal atrial¹³, otros autores como Lillehei¹⁴ completaron y modificaron el aparato original así como la técnica de su utilización. En el desarrollo vertiginoso de la CEC pronto surgieron complicaciones en el postoperatorio asociadas a la nueva técnica, de entre las mas importantes son las complicaciones neurológicas que oscilan entre el 3% y el 92%, según se consideren solo lesiones neurológicas mayores o se incluyan como tales los déficit neuropsicológicos leves, el daño cerebral difuso postoperatorio según algunos estudios se presenta hasta al 80% de los individuos sometidos a CEC¹⁵⁻¹⁷, la afección renal post-cirugía cardíaca es también relevante su consideración pues su origen es multifactorial ya que se considera es secundaria a la respuesta inflamatoria sistémica producida por la circulación extracorpórea, afecta del 1 al 5% de los pacientes sometidos a cirugía cardíaca con CEC y depende de comorbilidades como diabetes, FEVI, edad avanzada y factores predisponentes¹⁸. Las

plaquetas sufren afección en las 2 funciones principales con las que cuenta, la agregación y adhesión; éstas sufren un descenso en su número del 30 al 50% del valor basal y se mantienen bajas durante la 1er. semana después de la cirugía, las afecciones principales se basan en la disminución de su granulación y la disminución selectiva de las glucoproteínas (GP) GPIb y GPIIb/IIIa lo que trae incremento en el sangrado post-quirúrgico, el mayor efecto de bloqueo de las GP mencionadas se da después de 1 hora de CEC¹⁹; el corazón es otro órgano que sufre la presencia de la isquemia-reperfusión y que desde que se comenzó con el uso de la CEC ha merecido la atención pues en las intervenciones de cirugía cardiaca se observó que podía dañarse a pesar de haber establecido una intervención quirúrgicamente correcta.

En la búsqueda de poder evitar estos diversos problemas mencionados anteriormente de los que sus efectos son vistos en el periodo posquirúrgico, se han realizado diversas modificaciones en las técnicas de perfusión con la CEC, la evolución en el control y en la monitorización de las diversas constantes vitales juega entonces un papel importante, la presión de perfusión, la saturación, la diuresis, la capnografía, las gasometrías y la saturación venosa mixta han logrado en los últimos años un realce.

Las complicaciones pulmonares son variadas, el análisis con pruebas de función respiratoria previo a la cirugía es común en nuestro medio ya que estas están habitualmente indicadas en la valoración inicial de los pacientes con disnea; valoración inicial de los pacientes con cualquier enfermedad respiratoria; seguimiento

de los pacientes con procesos respiratorios crónicos; valoración preoperatoria de enfermos con riesgo de complicaciones respiratorias; por otro lado la utilidad habitual de estas pruebas es antes de la cirugía torácica de un paciente con EPOC para valorar el riesgo de la anestesia y la operación del paciente y ajustar la medicación si fuese necesario.

La espirometría es la prueba modelo para medir los volúmenes pulmonares; sin embargo, es incapaz de ofrecer información sobre el volumen residual, la capacidad funcional residual, y la capacidad pulmonar total. La prueba más utilizada para obtener información sobre estos volúmenes es la pletismografía corporal. Es una prueba compleja que permite conocer el residual, es decir, el volumen que queda en el pulmón después de expulsar todo el aire que se puede. Conocer el valor del volumen residual, la capacidad pulmonar total y la capacidad residual funcional es importante para el diagnóstico de algunas enfermedades respiratorias.

Se conoce como espirometría la determinación, mediante un espirómetro o un neumotacógrafo, de los volúmenes pulmonares (espirometría simple) y la rapidez con que estos pueden ser movilizados (espirometría forzada). Existen dos tipos de espirometrías: simple y forzada. La espirometría forzada proporciona información de mayor relevancia clínica, mientras que la espirometría simple complementa a la primera. Ambas pruebas se hacen de forma consecutiva.

En la espirometría simple se solicita al paciente que tras una inspiración máxima, expulse todo el volumen de aire que sea capaz, utilizando para ello todo el

tiempo que necesite de ahí el nombre de espirometría simple o no forzada. Por el contrario, la espirometría forzada implica solicitar al paciente la expulsión de todo el aire que contenga en sus pulmones tras una inspiración profunda en el menor tiempo posible (forzada). La información que se obtiene de cada una de estas técnicas es diferente.

En algunas publicaciones se asegura que un análisis pre-quirúrgico de la función del sistema respiratorio es necesario en el paciente que va a ser llevado a cirugía de tórax. Este enfoque preoperatorio tiene 2 importantes funciones: Primero, en el diagnóstico de alteración de la función respiratoria antes de la cirugía y de acuerdo a esto, realizar una adecuada preparación preoperatoria; Segundo, contribuyen en la definición de inoperabilidad. Mejorando la función previa del paciente se puede disminuir la mortalidad y morbilidad. La prevención de complicaciones respiratorias en el post- operatorio, requiere el reconocimiento preoperatorio de los factores de riesgo pulmonares.

1. D) JUSTIFICACION

El fenómeno de las complicaciones que acontece en el periodo post-operatorio es reconocido, sin embargo no se han explorado ni determinado el impacto de dicho fenómeno pues en nuestro medio no conocemos la frecuencia de complicaciones pulmonares que se presentan en los enfermos operados de cirugía de cambio valvular, tampoco conocemos si existe un patrón de las pruebas de función respiratoria preoperatorias, que nos indique que enfermos tienen mayor riesgo de desarrollar lesión pulmonar aguda.

1. E) HIPOTESIS

Las pruebas de función respiratoria tomadas en la etapa preoperatoria de enfermos que serán sometidos a cirugía cardíaca de cambio valvular con circulación extracorpórea son de utilidad ya que pueden ser efectivas en predecir la presencia de complicaciones pulmonares en la primera semana del período post-quirúrgico.

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

2. A) OBJETIVO GENERAL:

Identificar la frecuencia de aparición de complicaciones respiratorias en el post-quirúrgico y determinar el patrón de las pruebas de función respiratoria preoperatorias que nos indique que enfermos tienen mayor riesgo de desarrollar complicaciones pulmonares durante la primera semana del post-quirúrgico de cirugía cardiaca de cambio valvular con circulación extracorpórea, reclutados durante el período de 01 de julio de 2006 al 30 de junio de 2007.

2. B) OBJETIVOS ESPECIFICOS:

a) Objetivo primario:

Investigar la frecuencia de aparición de complicaciones respiratorias en la primera semana del post-quirúrgico de enfermos operados de cirugía cardiaca de cambio valvular con circulación extracorpórea.

b) Objetivo secundario:

Determinar el patrón de las pruebas de función respiratoria preoperatorias que nos indique que enfermos tienen mayor riesgo de desarrollar complicaciones pulmonares durante la primera semana del post-quirúrgico de cirugía cardiaca de cambio valvular con circulación extracorpórea.

3. DISEÑO METODOLOGICO

3. A) SEDE

El estudio se realizó en la Terapia Intensiva Post-quirúrgica Cardiovascular del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, que es un centro de referencia nacional para enfermos con cardiopatías de origen valvular entre otras cardiopatías.

3. B) DISEÑO

Realizamos un estudio longitudinal, descriptivo y de colección prolectiva para valorar la incidencia de las complicaciones respiratorias y determinar la utilidad de las pruebas de función respiratoria preoperatorias e identificar si su alteración guarda relación con las complicaciones pulmonares postquirúrgicas de pacientes sometidos a cirugía cardiaca para cambio valvular con la utilización de la circulación extracorpórea.

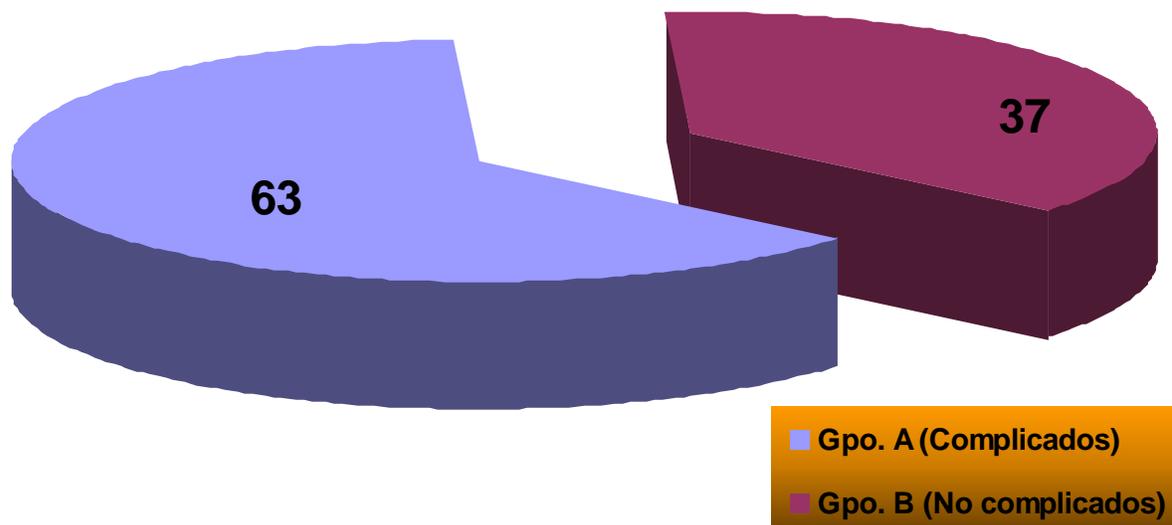
3. C) SELECCIÓN DE LA MUESTRA

A todos los pacientes a su ingreso a este Instituto se les realiza de manera rutinaria un protocolo de estudio que incluye la obtención de exámenes de laboratorio, radiografía de tórax, Ecocardiograma transtorácico y si lo amerita el caso se les practica un ecocardiograma transesofágico, pruebas de función pulmonar y cateterismo cardiaco con medición de presiones intracavitarias.

Se estudiaron 100 enfermos que fueron sometidos a intervención de cirugía cardiaca de cambio valvular con circulación extracorpórea para corregir

quirúrgicamente disfunciones valvulares mitrales, tricúspides, aórticas o de múltiples válvulas, realizadas por el servicio de cirugía cardiovascular del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” entre el 01 de julio de 2006 al 30 de junio de 2007 sobrevivientes a la intervención quirúrgica y en los que se pudo recabar todos los datos además de poderse evaluar la evolución post-quirúrgica y previamente excluyéndose aquellos enfermos en quienes no se cumpliesen los criterios de inclusión.

Estos 100 enfermos operados de cirugía cardíaca de cambio valvular con circulación extracorpórea se dividieron en 2 grupos, el grupo A (conformado por 63 pacientes en los que se presentaron complicaciones pulmonares post-quirúrgicas) y el grupo B (conformado por 37 pacientes en los que no se presentaron dichas complicaciones pulmonares).



Esta gráfica muestra al grupo A (Con complicaciones pulmonares post-quirúrgicas) y al grupo B (Sin complicaciones pulmonares post-quirúrgicas).

Esta distribución de los pacientes se realizó en función de la valoración post-quirúrgica llevada a cabo por el servicio de Terapia Intensiva Post-quirúrgica Cardiovascular del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” que estudia clínica, radiográficamente y da seguimiento en la etapa post-quirúrgica a la situación de cada paciente.

Todos los pacientes fueron estudiados previo a la cirugía cardíaca en las áreas de hospitalización correspondiente con exámenes paraclínicos como citometría hemática, glucemia, BUN, creatinina, electrolitos séricos, pruebas de coagulación, electrocardiograma y telerradiografía de tórax como es lo habitual, pero los enfermos incluidos para el presente trabajo fueron tomados en cuenta porque en su estudio se les incluyó un estudio de la función respiratoria.

Los estudios de función respiratoria preoperatorios fueron realizados y reportados por el departamento de Cardioneumología de este Instituto, se realizaron en un Neumopletismógrafo MedGraphis Elite Series modelo 830001-008 con el que se midieron los flujos respiratorios, resistencia de las vías aéreas y volúmenes pulmonares estáticos. Estos incluyeron a la capacidad pulmonar total (TLC), volumen residual (VR), capacidad de reserva funcional (FRC), volumen de reserva espiratorio (ERV), capacidad vital forzada (FVC), volumen espiratorio máximo en el primer segundo (FEV_1), índice de Tiffenau (FEV_1/FVC), flujo espiratorio forzado 25%-75% (FEF_{25-75}), flujo espiratorio medio 50% ($MEF_{50\%}$), cociente volumen residual-capacidad pulmonar total (RV/TLC) y resistencias en la vía aérea (R_{aw}). Los valores teóricos normales corregidos según edad y sexo de estas pruebas se tomaron de las

tablas de Morris et al²⁰ y de Knudson²¹. El grado de anormalidad de los mismos se clasificó según los criterios de la American Thoracic Society²².

Los fármacos utilizados previamente en el tratamiento de estos enfermos tales como beta-bloqueadores, antagonistas del calcio, diuréticos, IECA y digital se continuaron hasta 1 día anterior a la cirugía cardiaca, los enfermos que por alguna razón tomaran de manera regular fármacos antiinflamatorios, ácido acetil-salicílico y estatinas no se incluyeron en este estudio, la infusión de heparina se suspendió en todos los enfermos desde 4 horas previas a la intervención quirúrgica.

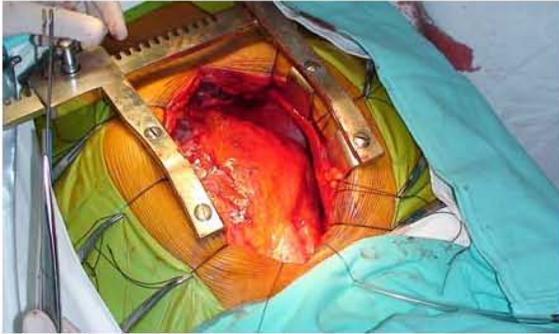
A todos los enfermos se les erradicó de focos sépticos dentales, nasales, faríngeos y a las mujeres se les erradicó de focos sépticos vaginales previo a la cirugía.

Durante el periodo de anestesia la ventilación mecánica fue administrada de la misma manera para todos los pacientes con parámetros de relación I/E 1:2, volumen corriente de 10 ml/kg de peso, frecuencia respiratoria de 12 respiraciones por minuto y una fracción inspirada de oxígeno de 100%, la máquina de anestesia que proporcionó la ventilación fue un respirador volumétrico marca Datex Ohmeda modelo Aestiva – 5.

El procedimiento quirúrgico en estos enfermos fue en similares circunstancias pues se operaron utilizando las mismas técnicas quirúrgicas de cambio valvular, se utilizaron en todos los pacientes los oxigenadores de membrana en la CEC y se sometieron a hipotermia entre 28°C y 32°C, así mismo las técnicas utilizadas para los

cambios valvulares fueron las mismas y el proceso de canulación fue similar en todos los enfermos operados, tal como lo mostramos en las siguientes imágenes y sus descripciones.

Una vez expuesto el campo quirúrgico, (izquierda) y en un medio de total esterilidad, se prepararon los tubos de conexión entre el paciente y la máquina de Circulación Extracorpórea (derecha).



Apertura de tórax y exposición del corazón.



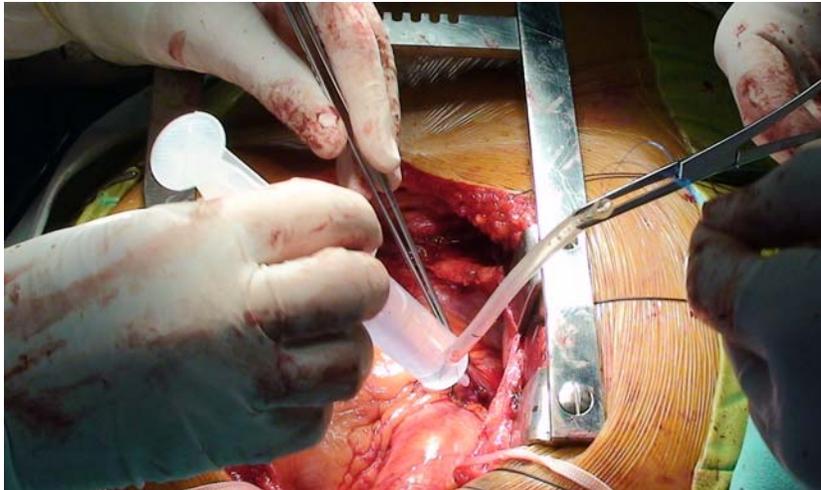
Tubos de conexión a CEC.

Los tubos formaron un circuito cerrado, estos se cortaron creando dos extremos, que se conectaron posteriormente a la circulación arterial y venosa de la máquina de circulación extracorpórea.

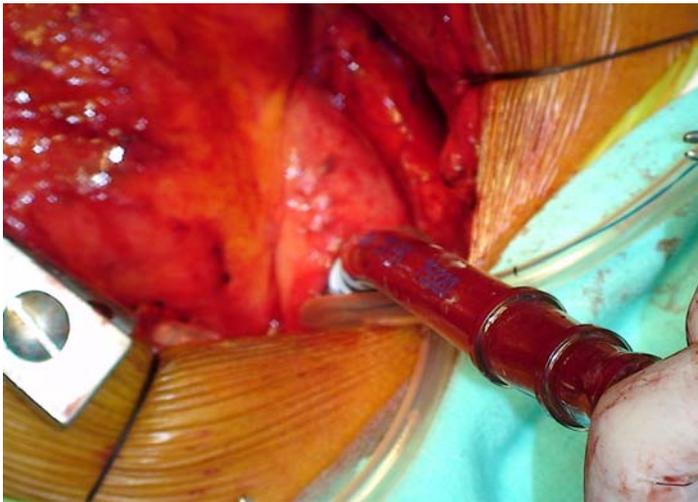


Corte del tubo de circulación extracorpórea.

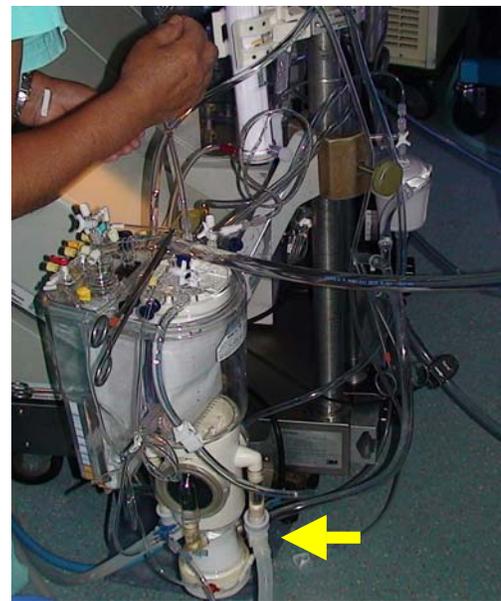
Una vez que se realizó la esternotomía, y se expuso el corazón con la consiguiente fijación del pericardio, se procedió a la heparinización completa del paciente (empleando generalmente 3mg/Kg de heparina sódica intravenosa, la cual se administró por una vía venosa central o mediante inyección directa en la aurícula derecha como en esta imagen que muestro).



Una vez que el enfermo estuvo anticoagulado, se insertó en la aorta ascendente la cánula aórtica, encargada de circular la sangre hacia el organismo, misma que proviene de la bomba de Circulación Extracorpórea tras la oxigenación en el oxigenador.

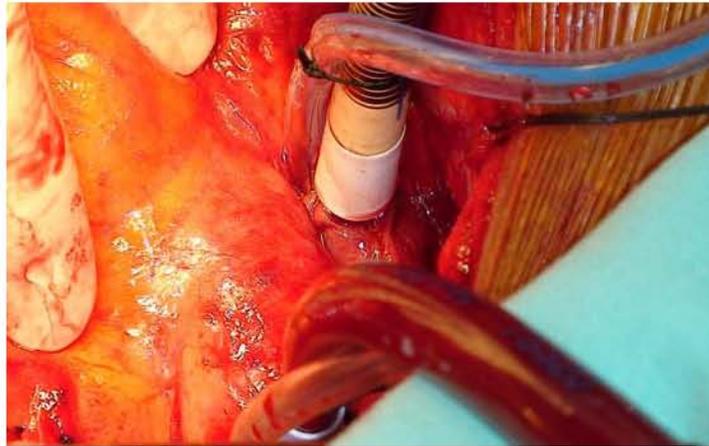


Canulación de la arteria aorta.



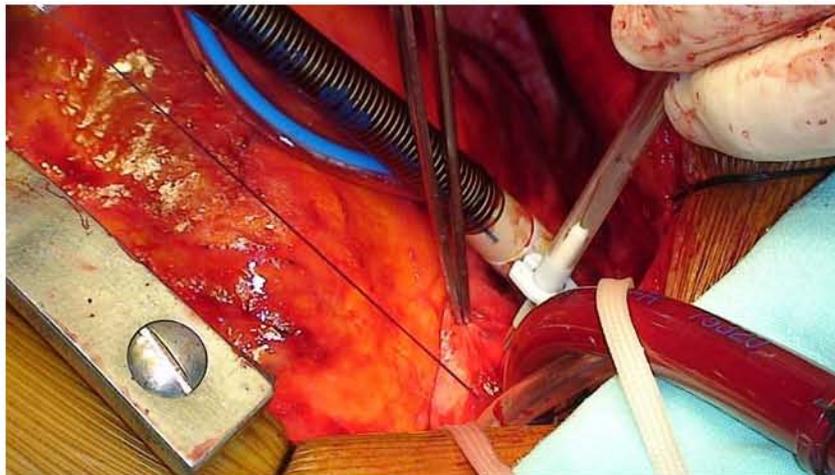
Intercambiador térmico y oxigenador.

A continuación, se introdujo una cánula en la aurícula derecha (a través de la orejuela derecha), o también se realizó mediante técnica bicaval, para drenar toda la sangre venosa que llegaba al corazón. Así, una vez colocadas las dos cánulas (arterial y venosa), se cerró el circuito, esto permitió vaciar el contenido del corazón y oxigenar toda la sangre que llegaba al corazón para así nuevamente regresarla hacia la aorta.



Canulación de la vena cava superior.

El siguiente paso consistió en vaciar el corazón para permitir su manipulación, se paró el corazón y esto se realizaba procurando que la célula miocárdica no sufriera las consecuencias de la isquemia. Se colocó una cánula en la aorta ascendente justo en la emergencia de esta se inyectó por las coronarias una solución denominada cardiopléjica para que el corazón se detuviese en diástole y permaneciera sin sufrir los efectos de la isquemia durante un plazo aproximado de 20-30 minutos, tiempo en el que se inyectaba más solución cardiopléjica. Esto se denomina cardioplejia anterógrada.



Colocación de cánula de cardioplejia anterógrada en aorta.

Además de la vía anterógrada, se inyectaba cardioplejia haciendo un recorrido inverso al de la circulación fisiológica (desde las venas coronarias hacia los capilares) insertando otra cánula en el seno coronario, esto para los enfermos a los que se les realizaría cambio valvular aórtico. Este tipo se conoce como cardioplejia retrógrada.



Colocación de cánula de cardioplejia retrógrada

En resumen, la Circulación Extracorpórea permite que los cirujanos cardiovasculares trabajen sobre el corazón y los grandes vasos, estando el paciente en asistolia pero manteniéndose una presión arterial constante con flujo laminar (imagen del monitor), y de esta manera garantizando el mantenimiento de la circulación en el resto del organismo y el mínimo sufrimiento del corazón así como los órganos de la economía durante el periodo de aislamiento de la circulación o isquemia.



Asistolia (Nótese la presión arterial en 86 mmHg).



Solución de cardioplejia.

3. D) CRITERIOS DE INCLUSION

1. Edad

Pacientes mayores de 18 años y menores de 65 años.

2. Cirugía cardiaca de cambio valvular con circulación extracorpórea.

3. Pruebas de función respiratoria.

Examen practicado y reportado por el departamento de Cadioneumología de este Instituto menor a 6 meses. (Solicitado durante su estudio por alguna razón clínica)

4. Clase funcional de la NYHA I-III.

De acuerdo a la clasificación de deterioro funcional.

5. EuroSCORE²⁴ menor a 5.

Determinado por la clasificación de riesgo preoperatorio validada previamente

6. Tiempo de circulación extracorpórea.

Este deberá ser igual o menor de 120 min.

3. E) CRITERIOS DE EXCLUSION

1. Pacientes sometidos a revascularización coronaria.

No ingresaran al presente estudio aquellos sujetos que necesiten ser revascularizados. La cardiopatía isquémica estará determinada por estudio de coronariografía con lesiones coronarias obstructivas mayor o igual al 50%

2. Hipertensión Arterial Pulmonar.

Por determinación de cifras mayores o iguales a 50 mmHg. de presión sistólica pulmonar, cuantificada por Ecocardiograma o por hemodinámica.

3. Fenómenos Hemorrágicos.

Los enfermos no tendrán ningún antecedente de trastornos de coagulación previos. Ni alteración en los Tiempos de coagulación: tiempo de Protrombina ni parcial de tromboplastina, y/o alteraciones plaquetarias, aquellos que a su egreso de quirófano sangren más de 200ml/hr por 2 horas.

4. Ingesta de Fármacos.

Estarán excluidos los enfermos con historia conocida de ingesta de estatinas.

5. Reoperaciones dentro de las primeras 48 horas del posquirúrgico.

6. Transfusión sanguínea.

Pacientes que hayan requerido transfusión sanguínea con más de 6UI de concentrados eritrocitarios en las primeras 24 horas.

7. Falla renal

Determinada por el cálculo de la depuración de creatinina por el método de Cockcroft²⁵ menor o igual a 40ml/min. De acuerdo a:

$$CCr = \frac{(140 - \text{edad}) \times \text{peso corporal}}{\text{Creatinina sérica} \times 72 \text{ o } 85}$$

Creatinina sérica x 72 o 85

8. Falla hepática.

Que los sujetos estén calificados en etapas B o C de la clasificación de Child - Pugh²⁶.

3. F) CRITERIOS DE NO SELECCIÓN

1. Cirugía de revascularización miocárdica y reemplazo valvular.
2. Cirugía de revascularización carotídea y reemplazo valvular.

3. G) DEFINICIONES

Las complicaciones respiratorias que se estudiaron fueron:

ATELECTASIA:

Definida como aquella pérdida de volumen pulmonar originada por la falta de ventilación, obstrucción aérea o compresión extrínseca.

DERRAME PLEURAL:

Alteración en el equilibrio entre la producción y eliminación del líquido pleural que resulta en la acumulación de este en el espacio pleural.

INFILTRADO PULMONAR:

Ocupación del espacio alveolar por secreciones infectadas o no manifestadas en las radiografías de tórax.

LESION PULMONAR AGUDA:

Situación caracterizada por hipoxia, disnea e infiltrado pulmonar difuso bilateral que requiere soporte ventilatorio y PEEP >7.

NEUMOTORAX:

Colección de gas en el espacio pleural, ya sea debido a complicaciones en los accesos venosos centrales, barotrauma, retiro de tubos o maniobras quirúrgicas.

PARALISIS FRENICA:

Inmovilidad del diafragma evidenciada en una fluoroscopia y caracterizada por la elevación del mismo en la radiografía de tórax.

Los parámetros espirométricos se definieron como sigue:

CAPACIDAD PULMONAR TOTAL (TLC) se considera al volumen obtenido de sumar la capacidad vital forzada y el volumen residual

VOLUMEN RESIDUAL (RV) es aquel que queda en los pulmones después de realizar una espiración máxima.

CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL (FRC) es el volumen que se obtiene en una espiración máxima tras realizar una espiración normal.

VOLUMEN DE RESERVA ESPIRATORIO (ERV) es el volumen que se obtiene en una espiración máxima tras realizar un esfuerzo inspiratorio.

VOLUMEN ESPIRATORIO MAXIMO EN EL PRIMER SEGUNDO (FEV₁) es el volumen de aire eliminado durante el primer segundo de una espiración forzada, después de una inspiración máxima y en condiciones normales.

RELACION FEV₁ / FVC expresa el porcentaje de la capacidad vital forzada que se puede espirar en el primer segundo de la misma.

FLUJO ESPIRATORIO FORZADO 25%-75% (FEF_{25%-75%}) Es la pendiente de la línea que corta el trazado espirométrico al 25% y al 75% de la capacidad vital.

FLUJO ESPIRATORIO MEDIO 50% (MEF_{50%}) Valora la resistencia de las vías aéreas para la espiración.

COCIENTE VR / TLC valora el porcentaje de la capacidad pulmonar que no es utilizado para el intercambio gaseoso.

3. H) VARIABLES

Variables numéricas:

a) Los criterios cuantitativos para la inclusión en los grupos de Obstructivos fueron:

TLC: >100, FCV: <80, FEV₁: <60, FEV₁ / FVC: <60, RV / TLC: >40

FEF_{25-75%}: <60, MEF_{50%}: <60.

b) Los criterios cuantitativos para la inclusión en los grupos de Restrictivos fueron:

TLC: <60, FCV: <60, FEV₁: >75, FEV₁ / FVC: >75, RV / TLC: <30
FEF_{25-75%}: <60, MEF_{50%}: <65.

Variables nominales:

- a. Sexo.
- b. Enfermedad pulmonar obstructiva
- c. Enfermedad pulmonar restrictiva
- d. Sanos

En función de los parámetros espirométricos se distribuyó a los enfermos en tres patrones respiratorios preoperatorios según fueran predominantemente Obstructivos, restrictivos o que no hubiesen presentado alteración funcional de relevancia (sanos).

3. I) DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

Decidimos incluir a sujetos portadores de enfermedad valvular aórtica, mitral, tricuspídeo o multivalvular que fueron sometidos a cambio valvular, dado que consideramos que:

1.- Este grupo de enfermos están libres de terapia farmacológica previa a la cirugía que pudiera modular el proceso de inflamación (Vg. estatinas, antibióticos, corticosteroides, betabloqueantes, antiagregantes etc.) que modifica la respuesta pulmonar en el post-quirúrgico.

2.- El presente trabajo de investigación fue altamente viable por el número de enfermos sometidos a este procedimiento quirúrgico que es aproximadamente 20 de casos mensuales²³, por lo que nos permitiría un pronto desarrollo de la investigación.

Se estudió a pacientes que se encontraban internados en los pisos o que acudían programados por la consulta externa para cirugía de cambio valvular.

A los pacientes que cumplieran los criterios de inclusión se les ingresó al protocolo de estudio.

PROCEDIMIENTOS

Periodo Pre-quirúrgico: Evaluamos a los enfermos con daño valvular procedentes de los servicios de hospitalización del tercer, séptimo, octavo y noveno piso como de la consulta externa, quienes hubieran cumplido con los criterios de inclusión y hayan expresamente firmado su consentimiento a participar en la presente investigación.

Periodo Post-quirúrgico: Evaluación clínica y radiográfica diaria durante la primera semana

4. RECURSOS

1. Materiales: Hojas de recolección de datos, computadoras con hoja de cálculo, procesador de texto e impresora, expediente clínico, calculadora, programa para realizar los cálculos estadísticos.

2. Humanos: Una persona para recolección de datos tanto del expediente clínico como del paciente, que en conjunto con otra persona realizaron el análisis de resultados y una persona más para el estudio estadístico.

5. ANALISIS ESTADISTICO

Las variables continuas se expresaran en medias, las variables cualitativas en frecuencias y porcentajes. Para las comparaciones para grupos independientes, se utilizaran: En las variables continuas con distribución normal la t de student o su equivalente no paramétrico, U de Mann-Whitney, para aquellas con distribución no gaussiana. Se utilizara la prueba exacta de Fisher para la comparación de variables dicotómicas y *chi* cuadrada con corrección de Yate para variables ordinales. En las variables no independientes declaramos utilizar prueba de t pareada. Para evitar error tipo uno se aceptará un alfa de 0.05 y un poder de 0.80

Así abarcamos y describimos:

- A) ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA
- B) ESTADÍSTICA INFERENCIAL
- C) NIVEL DE CONFIANZA

Para el análisis de los datos se utilizarán los paquetes estadísticos SPSS 13²⁷ y el STATA 9²⁸.

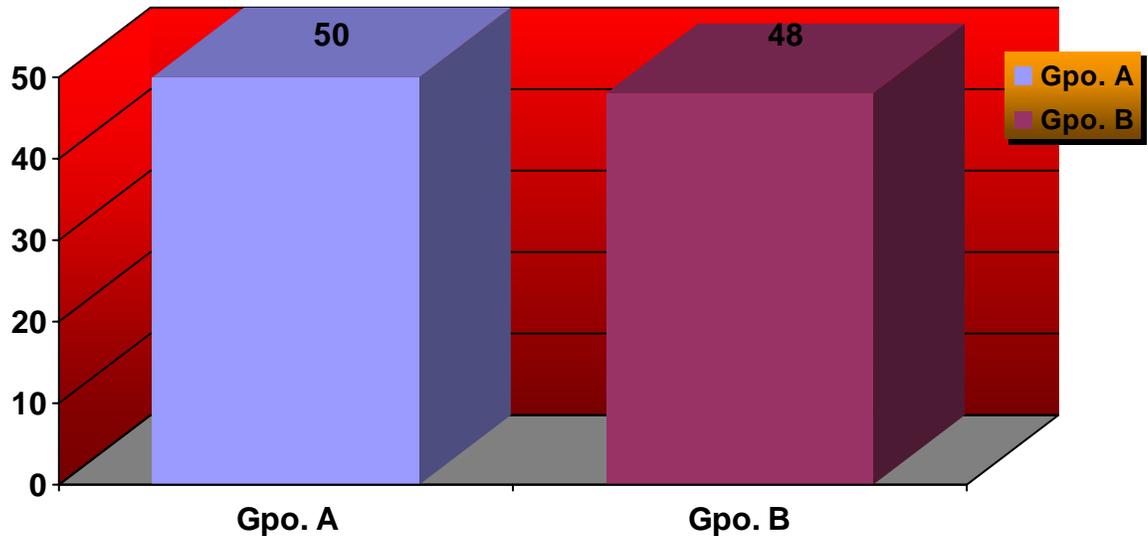
6. ASPECTOS ÉTICOS DEL ESTUDIO.

Por las características del diseño de la presente investigación los investigadores consideran que no existe trasgresión de algún aspecto de la ética médica, estando de acorde con los señalamientos de la declaración de Helsinki y bajo toda condición que determine el Comité local de ética. Aún así se le informó a los enfermos al detalle las implicaciones del estudio, así como su participación.

El presente estudio acató las decisiones emanadas del comité de Investigación y de Bioética del propio Instituto.

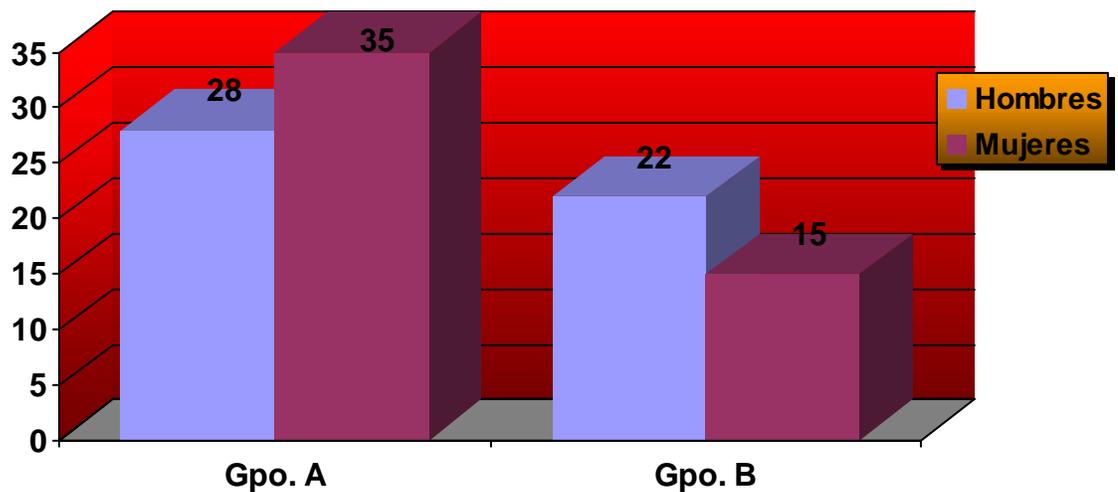
7. RESULTADOS

La media de edad en el grupo A fue de 50 años y en grupo B fue de 48 años no encontrándose diferencias estadísticas significativas entre ambos grupos como lo mostramos en la gráfica 1).



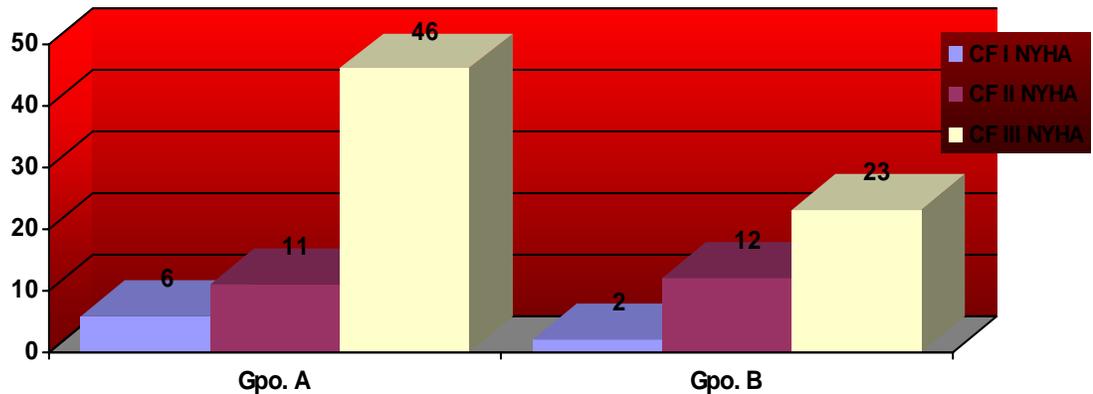
Gráfica 1.- Muestra los grupos etáreos promedio para cada grupo.

En el grupo A de nuestro estudio se incluyeron 28 hombres y 35 mujeres y en el grupo B se estudiaron 22 hombres y 15 mujeres (gráfica 2).



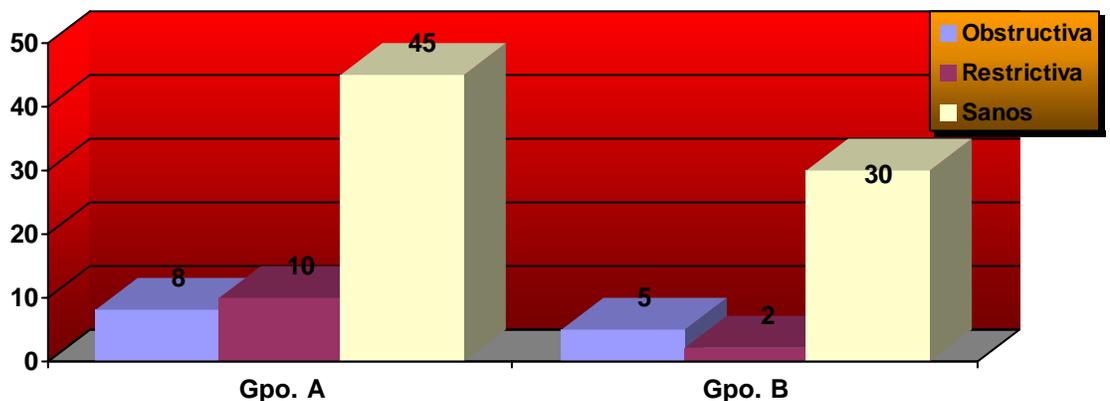
Gráfica 2.- Distribución por sexo en ambos grupos del estudio.

En el grupo A encontramos 6 enfermos con clase funcional grado I de la NYHA, 11 en grado II de la NYHA y 46 en grado III de la NYHA contra los enfermos del grupo B en el que se encontró 2 en clase funcional I de la NYHA, 12 en grado II de la NYHA y 23 en grado III de la NYHA. (Gráfica 3)



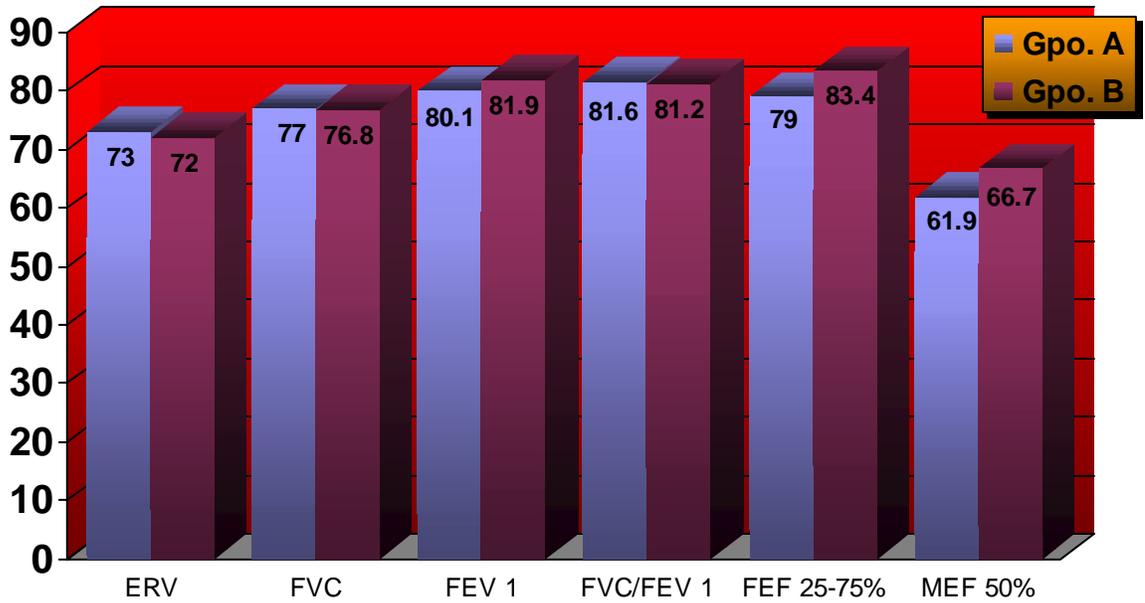
Gráfica 3.- Distribución de enfermos por clase funcional según la clasificación de la NYHA.

Con patología obstructiva, en el grupo A encontramos 8 enfermos frente a 5 en el grupo B, esta diferencia fue significativa aunque aislada y de poco peso en el análisis estadístico; con patología restrictiva fueron 10 en el grupo A frente a 2 enfermos en el grupo B, siendo irrelevante la diferencia entre grupos pero se observó cierta tendencia en relación a la parálisis frénica. (Gráfica 4)



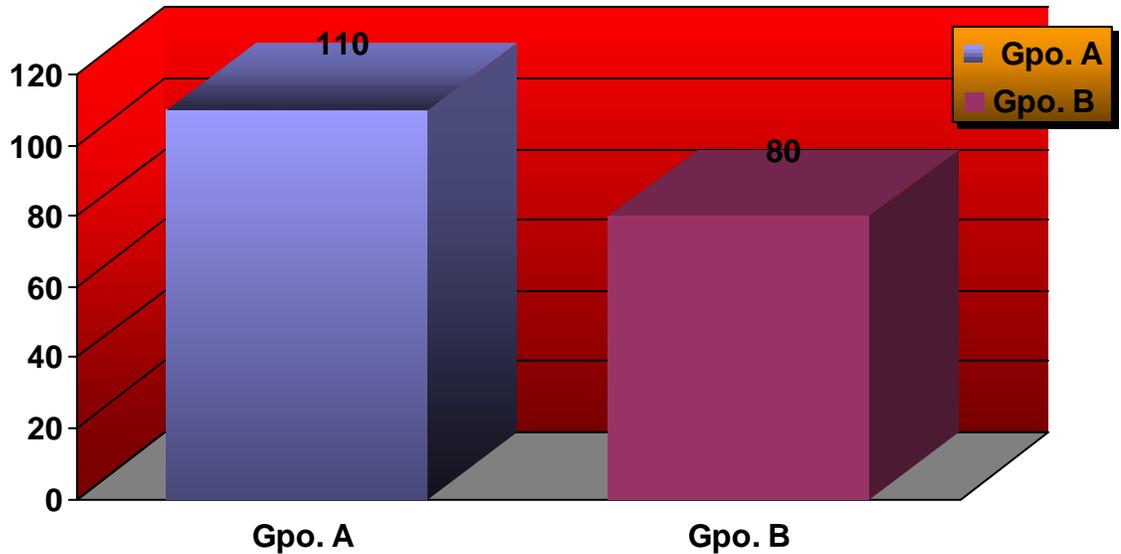
Gráfica 4.- Distribución de enfermos por tipo de Neumopatía de acuerdo a las PFR preoperatorias.

El valor de las medias de las capacidades pulmonares totales fue de 96.9 en el grupo A y de 102.1 en el grupo B sin que existieran diferencias estadísticas de relevancia, el análisis del volumen residual, de la capacidad residual funcional no permitió encontrar diferencias de significancia estadística entre ambos grupos, el volumen de reserva espiratoria mostró una media de 73% en el grupo A y 72% en el grupo B tampoco siendo de significancia estadística entre los diferentes grupos respecto a las complicaciones respiratorias. La capacidad vital forzada mostró un valor medio de 77% para el grupo A y en el grupo B fue de 76.8% por lo que tampoco se pudo apreciar significancia estadística; la media para los valores encontrados en el volumen espiratorio máximo en el 1º segundo en los grupos mencionados fue de 80.1% del grupo A contra 81.9% del grupo B, sin mostrar diferencias significativas, en el cociente capacidad vital forzada y volumen espiratorio máximo en el 1º segundo sus valores medios (grupo A 81.6 vs grupo B 81.2) no mostraron significancia estadística ni el resto de los valores de la estadística realizada permitieron detectar diferencias relevantes en relación con las complicaciones respiratorias. El flujo espiratorio forzado 25-75% mostró una media de 79% para el grupo A y en B de 83.4%; el flujo espiratorio medio 50% mostró medias de 61.9% y 66.72% en ambos grupos respectivamente sin que esto arrojara diferencia estadística destacable y finalmente lo mismo se observó cuando se analizó el cociente de volumen residual / capacidad pulmonar total sin diferencias entre los grupos así como tampoco en relación con las complicaciones respiratorias.



Gráfica 5.- Distribución de volúmenes y capacidades pulmonares promedio en las PFR preoperatorias.

El tiempo de circulación extracorpórea para el grupo A fue de 110 minutos mientras que para el grupo B el tiempo promedio fue de 80 minutos, lo que nos habla de una diferencia estadística significativa entre ambos grupos; el tiempo de bomba mas prolongado se relacionó con las atelectasias, sin embargo la tendencia general se mostró hacia la asociación con todas las complicaciones respiratorias con gran significancia estadística, en especial el grupo de enfermos quienes presentaron lesión pulmonar.

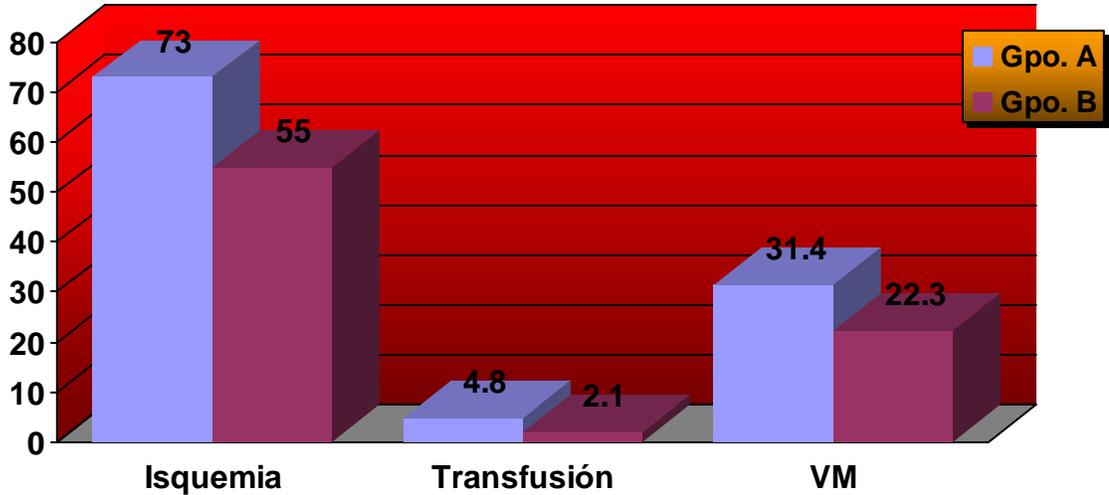


Gráfica 5.- Distribución de tiempos de CEC por grupos de pacientes.

Los tiempos medios de isquemia fueron de 73 minutos en el grupo de complicados y de 55 minutos en el grupo de los no complicados, estas diferencias se muestran mayormente relacionadas con la incidencia de lesión pulmonar y atelectasias.

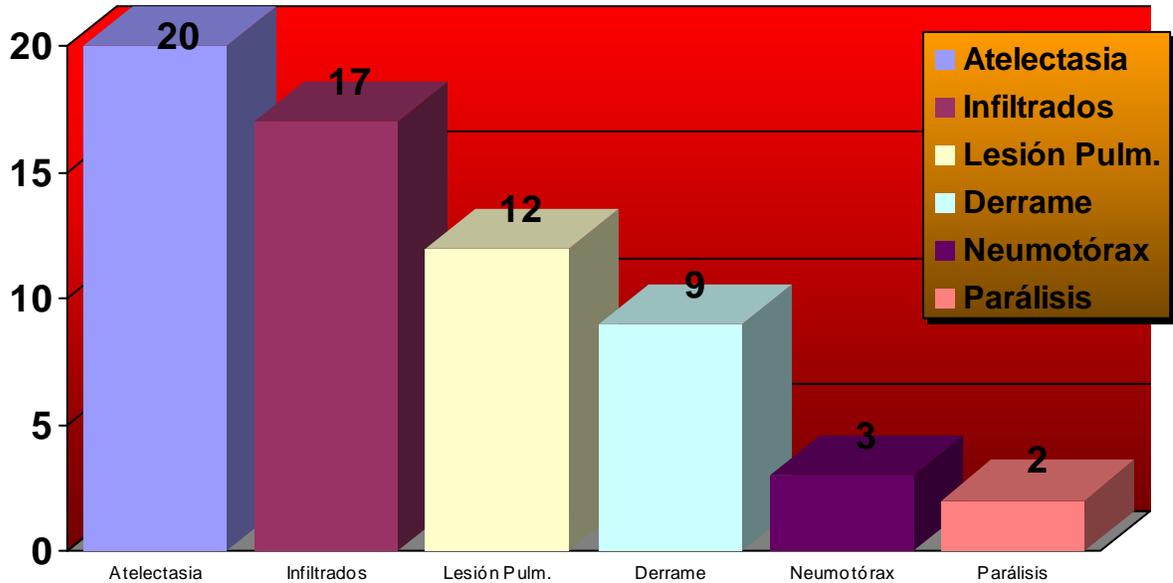
El número de unidades transfundidas en promedio en el grupo A es de 4.5 y en el grupo B es de 2.1 manifestándose diferencia significativa entre ambos grupos.

Se mostró relación estrecha entre la ventilación mecánica prolongada (>48hrs) y la presencia de lesión pulmonar e infiltrados pulmonares para los enfermos en el grupo A. Horas promedio de ventilación mecánica del grupo A 52.3 horas y 26.2 horas promedio de ventilación en el grupo B.



Gráfica 6.- Asociación de isquemia, transfusión y VM >48 hrs.

La incidencia de complicaciones respiratorias consideradas globalmente fue de 63% entre las que destacan atelectasia en el 30.15% de los enfermos, infiltrados pulmonares 28.20%, lesión pulmonar 19.04%, Derrames pleurales 14.28%, neumotórax 5.16% y parálisis diafragmática el 3.17%. Véase siguiente gráfica.



Gráfica 7.- Distribución del número de enfermos por complicaciones presentadas.

8. DISCUSION

La aparición de complicaciones respiratorias es una constante tras la cirugía, particularmente cuando se realiza bajo anestesia general, el riesgo de estas complicaciones se incrementa cuando se trata de cirugía de tórax especialmente, nuestro porcentaje de complicaciones respiratorias global resulta ligeramente inferior a lo expresado en la literatura mundial, incluso a los obtenidos por Gunnarsson quien mostró tasas de complicaciones de hasta el 86.6%.

La cirugía cardiaca con CEC incrementa la incidencia de complicaciones al ser intervenciones sumamente agresivas con manipulación y colapso pulmonar durante el acto quirúrgico. A este colapso se le ha atribuido la aparición de complicaciones, sin embargo la ventilación pulmonar durante el periodo de CEC no ha demostrado mejoría en los resultados post-quirúrgicos en estos enfermos como lo demostraron Waller²⁹ y más tarde Svennevig³⁰.

La revisión de la literatura arroja un hecho digno de análisis pues el número y gravedad de las complicaciones respiratorias se ha ido reduciendo conforme los procedimientos anestésicos-quirúrgicos han ido evolucionando y desde luego, esta mejora se debe a la conjunción de una serie de hechos, tal es el caso de la mayor experiencia acumulada en el manejo de pacientes y técnicas instrumentales que han permitido reducir otras variables negativas como son los tiempos quirúrgicos y las necesidades de ventilación mecánica prolongada³¹.

Comentario especial amerita la preparación prequirúrgica de estos enfermos, la fisioterapia respiratoria que es un arma decisiva en la reducción de las complicaciones respiratorias post-quirúrgicas.

Las complicaciones pulmonares post-quirúrgicas en nuestros enfermos tienen una incidencia que depende de varias circunstancias, tal es el caso de la asociación encontrada en este estudio entre tiempo de pinzamiento aórtico, número de transfusiones y horas de ventilación mecánica, en la cual a mayor tiempo de pinzamiento aórtico, mayor número de transfusiones y mayor número de horas de ventilación mecánica (por la causa que sea) mayor será el riesgo de complicaciones pulmonares post-quirúrgicas.

El grupo A de esta serie de enfermos mostró también que tenían un índice cardiaco bajo (2.5 L/min/m^2) en relación con los enfermos del grupo B (3.1 L/min/m^2) en el post-quirúrgico inmediato y también en promedio tenían una Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo ligeramente menor que los del enfermos del grupo B pero que no era estadísticamente significativa previo a la cirugía cardíaca, por otro lado, la edad no necesariamente implica complicaciones pulmonares, generalmente se considera la edad avanzada asociada a la mayor incidencia de morbilidad tras la cirugía y la anestesia como así lo manifiestan en sus trabajos diversos autores como Wiren, sin embargo en este trabajo de investigación al igual que en el trabajo del equipo de Hedenstierna no hallamos relación significativa entre edad y complicaciones, aunque hubo mayor incidencia de ellas en los enfermos de edad

más avanzada con promedio superior a la media, no ahondaremos más a cerca de estos datos pues no es el motivo del presente trabajo.

De las complicaciones pulmonares post-quirúrgicas encontradas, la atelectasia se presentó en 20 pacientes que representa el 30.15%, esto es inferior a lo descrito en otros grupos de trabajo como el de Hedenstierna quien mostró atelectasias en el 80% de sus enfermos; los infiltrados pulmonares que nosotros encontramos fueron superiores a los identificados en la literatura reportada por Wiren (20%) pues nosotros identificamos en las radiografías la presencia de infiltrados pulmonares, independientemente de si existía fiebre, en 17 pacientes que representa el 28.20%, la lesión pulmonar aguda se presentó en 12 pacientes (19.04%) lo cual es una distribución muy por arriba de lo establecido por el grupo de la Universidad de Copenhagen quienes aprecian una incidencia de 5% en esta complicación, los derrames pleurales fueron vistos en 9 pacientes (14.28%), muy similar a los reportes que en 1984 realizaron Mustafa³² y colaboradores (12%); el neumotórax se presentó como complicación en 3 enfermos únicamente lo cual representa el 5.16% y finalmente la parálisis diafragmática sólo fue vista en 2 enfermos en todo este tiempo de recolección de datos y representó el 3.17%, estas dos últimas complicaciones fueron encontrados de manera similar en su incidencia a los reportes mundiales.

La asociación simultánea de la incidencia de complicaciones pulmonares con grado funcional y fracción de expulsión del ventrículo izquierdo encontrada en nuestra serie nos habla de un corazón en el límite de la función y un pulmón

sometido a la agresión quirúrgica como sustrato incapaz de manejar las sobrecargas de líquidos y tensiones que desencadenan la cirugía con circulación extracorpórea.

Derivado del análisis de la espirometría preoperatoria, el patrón respiratorio previo valora la presencia y calidad de la patología pulmonar utilizando un registro estático y dinámico, esto es sin duda uno de los criterios más estudiados y en lo que coinciden varios autores, tanto en la asociación con las complicaciones post-quirúrgicas pulmonares con el diagnóstico de patología previa como en la potencia de la asociación de estas variables.

La espirometría es una de las pruebas que de manera rutinaria se realizan en el preoperatorio de los enfermos que serán sometidos a cirugía cardíaca, buscando determinar la capacidad funcional de los pulmones del paciente y su reserva frente a situaciones de estrés como la ventilación mecánica o la circulación extracorpórea.

Su utilidad en el presente estudio se basó en la relación entre el estado pulmonar preoperatorio y las complicaciones respiratorias post-quirúrgicas, nosotros valoramos de forma individual la probable asociación de cada parámetro con las complicaciones respiratorias, sin embargo no se encontró relación significativa con ninguna de las variables analizadas. Nuestros resultados se fundamentan en la información que aporta cada una de las variables numéricas que constituye la espirometría.

9. CONCLUSIONES

Nuestra incidencia de complicaciones respiratorias post-quirúrgicas es similar a las informadas en la literatura mundial, a excepción de la lesión pulmonar que mostró un incremento por demás significativo y que como se demuestra en este estudio, guarda relación con mayor número de transfusiones, mayor tiempo de pinzamiento aórtico, sangrado de mayor cuantía, mayor tiempo de ventilación mecánica y factores hemodinámicos como índice cardiaco bajo, que fue el mas estrechamente vinculado, pero no se asoció con algún patrón de alteración de las pruebas de función respiratoria.

Los parámetros espirométricos de las pruebas de función respiratoria tomadas en la etapa preoperatoria no mostraron utilidad alguna para la predicción de las complicaciones pulmonares en la primera semana del periodo post-quirúrgico de los enfermos operados de cirugía cardiaca.

10. BIBLIOGRAFIA

1. Bosner RS, Dave J, Gademsetty M. Complement activation before, during and after Cardiopulmonary bypass. *Eur J Cardiothoracic Surg.* 1990; 4: 291 – 296.
2. Cavaliere F. Impaired carbon dioxide transport during and after cardiopulmonary bypass. *Perfusion* 2000;15:433
3. Cooper JD, Maeda M, Lowenstein E. Lung water accumulation with acute hemodilution in dogs. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1975; 69:957-965.
4. Dancy CM, Townsend ER, Boylett A. Pulmonary dysfunction associated with cardiopulmonary bypass: a comparison of bubble and membrane oxygenators. *Circulation* 1981; 64:II 54-57
5. Stanley TH, Liu WS, Gentry S. Effects of ventilatory techniques during cardiopulmonary bypass on post-bypass and postoperative pulmonary compliance and shunt. *Anesthesiology* 1977; 46:391-395.
6. Nelson R, Fey K, Follette DM. The critical importance of intermittent infusion of cardioplegic solution during aortic cross-clamping. *Surg Forum.* 1976; 26:241-243.
7. Follette DM, Steed DL, Foglia RP. Advantages of intermittent blood cardioplegia over intermittent ischemia during prolonged hypothermic aortic clamping. *Cardiovasc Surg* 1978; 58:1-200
8. Follette DM, Mulder DG, Maloney JVJ. Advantages of blood cardioplegia over continuous coronary perfusion and intermittent ischemia. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1978; 76:604-19
9. Follette DM, Steed DL, Foglia RP. Reduction on postischemic myocardial damage by maintaining arrest during initial reperfusion. *Surg Forum* 1977; 28:281-3
10. Partington MT, Acar C, Buckberg GD. Studies of retrograde cardioplegia. Advantages of antegrade/retrograde cardioplegia to optimize distribution in jeopardized myocardium. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1989;97:613-22

11. Ihnken K, Morita K, Buckberg GD. The safety of simultaneous arterial and coronary sinus perfusion: Experimental background and initial clinical results. *J Cardiac Surg* 1994; 9:15-25
12. Ihnken K, Morita K, Buckberg GD. New approaches to blood cardioplegic delivery to reduce hemodilution and cardioplegic overdose. *J cardiac Surg* 1994;9:26-36
13. Gibbon JH Jr: Application of a mechanical heart and lung apparatus in cardiac surgery. *Minn Med* 1954: 37; 171-175.
14. Lillehei CW, Cohen M, Warden HE. The result of direct vision closure of ventricular defects in 8 patients by means of controlled cross circulation. *Surg Gyn Obst* 1955:101; 447-456.
15. Mills SA. Cerebral injury and cardiac operations. *Ann Thorac Surg.* 1993; 56: S86-91.
16. Mills SA, Prough DS. Neuropsychiatric complications following cardiac surgery. *Sem Thorac Cardiovasc Surg.* 1991; 3(1):39-46.
17. Gilman SD. Neurological complications of open heart surgery. *Ann Neurol.* 1990; 28(4): 475-6.
18. Yasir Abu-Omar, Chandana Ratnatunga, Cardiopulmonary bypass and renal Injury. *Perfusion* 2006, 21:209
19. Hyde J, Chinn J, Graham T. Platelets and cardiopulmonary bypass. *Perfusion* 1998; 13: 389.
20. Morris JF. Normal values and evaluation of forced and expiratory flow. *Am Rev Resp Dis* 1975; 111: 755-762.
21. Knudson JR. The maximal respiratory flow-volume curve. Normal standards. Variability and effects. *Am Rev Resp Dis* 1976; 113; 587-600.
22. American Thoracic Society. Lung function testing: Selection of reference values and interpretative strategies. *Am Rev Resp Dis* 1991; 144: 1202-1218.
23. Estadística del departamento de Terapia Intensiva Post-quirúrgica Cardiovascular del Instituto Nacional de Cardiología.
24. Nashef SA, Roques F, Michel P. European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE) *Eur J Cardiothorac Surg* 1999;16:9-13.

25. Cockcroft D, Gault MK Prediction of creatinine clearance from serum creatinine
Nephron 1976;16:31-41.
26. Pugh RN, Murray-Lyon IM, Dawson J et al Transection of the esophagus for
bleeding esophageal varices. BR J Surg 1973; 60:646.
27. Paquete estadístico SPSS-13
28. Paquete estadístico STATA-9
29. Waller JL, Kaplan JA, Barman DI. Clinical evaluation of a new fiberoptic catéter
oximeter during cardiac surgery. Anesth Analg 1982; 61:676-679.
30. Svennevig JL, Lindberg H, Geiran O. Should the lung be ventilated during
cardiopulmonary bypass? Clinical, hemodynamic and metabolic changes in
patients undergoing elective coronary artery surgery. Ann Thorac Surg. 1984;
37: 295-300.
31. Sivak ED. Management of ventilator dependency following heart surgery.
Semin Thorac Cardiovasc Surg 1991; 3: 53-62.
32. Mustafa KY, Nour MM, Shuhaiber H, Yousof AM. Pulmonary function before
and sequentally after valve replacement surgery with correlation to
preoperative hemodinamic data. Am Rev respire Dis 1984; 130: 400-406.