

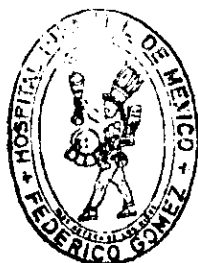


11259
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA 7
DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES
HOSPITAL INFANTIL DE MEXICO FEDERICO GOMEZ
UNIDAD DE TERAPIA INTENSIVA PEDIATRICA

TESIS DE POSGRADO
MEDICINA DEL ENFERMO PEDIATRICO
EN ESTADO CRITICO

LACTATO
—INDICE PRONOSTICO DE MORBILIDAD Y
MORTALIDAD —EN NIÑOS OPERADOS DE
CARDIOPATIAS CONGENTAS



286071
PRESENTA:
DRA. TATIANA CIOMARTAN

ASESORES:
DRA. LOURDES MARROQUIN YAREZ, MA UTIP
DR. VICTOR OLIVAR LOPEZ, MA UTIP



SUBDIRECCION DE
ENSEÑANZA

MEXICO, D.F. OCTUBRE DEL 2000

ESTA TESIS CORRESPONDE A LOS ESTUDIOS REALIZADOS CON UNA
BECA OTORGADA POR EL GOBIERNO DE MEXICO, A TRAVES DE LA
SECRETARIA DE RELACIONES EXTERIORES

2000



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.

A mis padres,
Eternamente agradecida por su amor incondicional,
la comprensión y la paciencia que siempre me han brindado.

Los extraña mucho,
Vuestra hija - "nube viajera"

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCION	4
I. 1. Fisiología del equilibrio ácido-base	4
I. 2. Fisiopatología de la acidosis láctica	4
I. 3. Manejo del equilibrio ácido-base durante la circulación extracorpórea	6
II. JUSTIFICACIÓN	8
III. OBJETIVO	10
IV. HIPÓTESIS	10
V. MATERIAL Y MÉTODOS	10
V. 1. Diseño	10
V. 2. Criterios de selección	10
V. 3. Variables	11
V. 4. Definición de variables	12
V. 5. Métodos	13
V. 6. Cálculo de muestra	15
VI. ANÁLISIS ESTADÍSTICA	15
VII. CONSENTIMIENTO Y ASPECTOS ETICOS	15
VIII. RESULTADOS	16
IX. DISCUSIÓN	26
X. CONCLUSIONES	28
XI. BIBLIOGRAFIA	29
ANEXA I. Clasificación de complejidad quirúrgica	31
ANEXA II. Puntaje de la escala de disfunción orgánica múltiple (MODS)	32
ANEXA III. Puntaje de la Escala Pediátrica de Riesgo de Mortalidad (PRISM)	33
ANEXA IV. Hoja de recolección de datos	35
ANEXA V: Carta de Autorización y Consentimiento Informado	37

I. INTRODUCCION

I. 1. Fisiología del equilibrio ácido-base

SISTEMAS AMORTIGUADORES

Los sistemas amortiguadores – combinaciones de un ácido o base débil y su base o ácido conjugado – juegan un papel esencial en el mantenimiento del equilibrio ácido-base. De estos destacan:

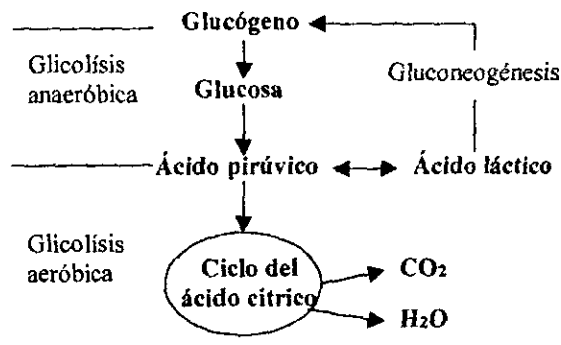
1. El sistema bicarbonato - es el principal sistema amortiguador del plasma, pero como su pK es (6.1) diferente de lo del agua, su capacidad de actuar en condiciones de hipotermia es muy limitada.
2. El sistema fosfato - se encuentra en cantidad reducida en plasma y interviene activamente en el amortiguamiento del líquido de los tubos renales y de los líquidos intracelulares.
3. Las proteínas, por su componente el imidazol, juegan un papel muy importante en mantener el equilibrio ácido-base en condiciones de hipotermia. El nivel plasmático normal del mismo es de 30 mmol/l y, como su pK es prácticamente igual que lo del agua, él constituye el principal sistema amortiguador del plasma en hipotermia. Su capacidad amortiguadora es de 28 slykes en total - 20 proviniendo de los eritrócitos y 8 del plasma. El imidazol puede mantener un pH normal a cualquier nivel de PaCO_2 , a temperaturas de 17 - 37°C.

I. 2. Fisiopatología de la acidosis láctica

El lactato ocupa un lugar importante en el metabolismo celular, como conexión entre el procesamiento aeróbico y anaeróbico del sustrato.

La acidosis láctica ocurre cuando existe un aumento en la producción de lactato o una alteración en la utilización de H^+ resultado de la hidrólisis del ATP.

La producción (al nivel de cualquier tejido) y utilización (principalmente al nivel del hígado) del lactato está sintetizada en la figura 1.



Se han descrito dos tipos de acidosis láctica¹:

1. *Tipo A* - es el tipo más frecuente, que se produce secundario a un desequilibrio entre el aporte y los requerimientos de O_2 - alteraciones en el metabolismo oxidativo con hipoxia tisular que tiene como consecuencia una producción aumentada de lactato. Además, la hipoperfusión tisular consecuente altera la utilización (principalmente hepática) del lactato (fig. 2). Este tipo de alteraciones ocurre en varios tipos de choque (cardiogénico, hipovolemico y séptico).

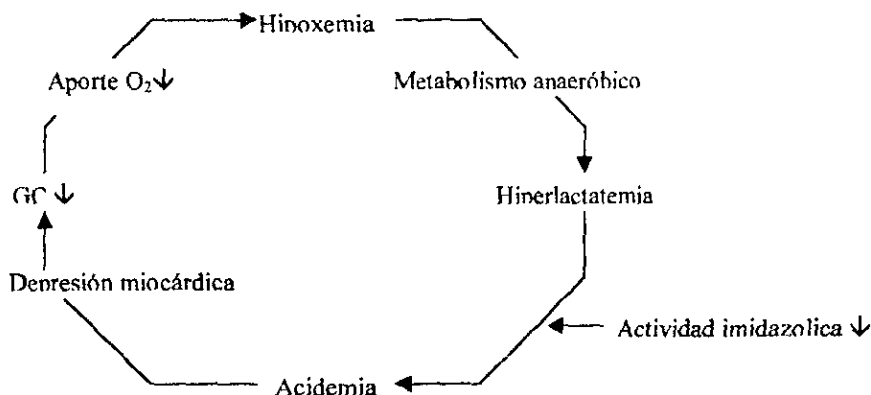


Fig. 2 El papel de la acidosis láctica en hipoxemia / choque

La acidosis láctica puede ocurrir no solamente en condiciones de hipoperfusión global, sino que también cuando existe hipoperfusión local, por ejemplo en isquemia mesentérica, aún con muy pocos datos clínicos. Una posible explicación de la misma es la capacidad del intestino de producir grandes cantidades de ácido láctico. Isquemia de diferentes causas al nivel de una extremidad - como embolia arterial aguda - puede determinar acidosis láctica.

La actividad muscular sostenida - esfuerzo físico o actividad convulsiva - se asocia con una producción elevada de ácido láctico, con acidosis láctica secundaria. Este tipo de acidosis, a diferencia de la encontrada en choque, se resuelve más rápido - vida media de 60 minutos.

En pacientes con crisis severas de asma se han observado niveles altos de lactato sérico, lo que parece ser relacionado con el trabajo respiratorio aumentado². En algunos casos de asma se ha visto que la acidosis láctica se asociaba al tratamiento con β agonistas^{3,4}.

2. *Tipo B* - no relacionada con hipoperfusión tisular, sino principalmente con una limitación de la capacidad gluconeogénica, aunque a cierto grado puede aumentar

también la producción de lactato. Este patrón se ha observado en hepatopatías, sepsis o malignidades, en intoxicaciones con medicamentos y en errores innatos de metabolismo.

Aunque tiene utilidad clínica, esta clasificación no permite una diferenciación clara con respecto al mecanismo de la hiperlactatemia. El lactato se acumula en cualquier situación en la cual la producción rebasa la utilización y en muchas situaciones se asocian la producción elevada con la utilización disminuida del lactato.

La acidosis láctica severa tiene varios efectos adversos hemodinámicos - disminución de la contractilidad miocárdica y del gasto cardíaco, susceptibilidad aumentada a arritmias ventriculares, bradicardia, isquemia hepática y renal - efectos aún más graves en pacientes cardíopatas.

I. 3. Manejo del equilibrio ácido-base durante la circulación extracorpórea

Durante la circulación extracorpórea (CEC) la dilución de los sistemas amortiguadores y los cambios profundos de temperatura hacen más difícil mantener el equilibrio ácido-base⁵.

La dilución de la sangre

Durante la circulación extracorpórea la sangre se diluye hasta un hematócrito de 24 - 28 % y con esto la actividad amortiguadora del imidazol disminuye con un 20% con riesgo de acidemia secundaria. Este riesgo aumenta aún más si el hematócrito baja hasta 20% cuando el nivel plasmático del imidazol baja hasta con 33% y su actividad disminuye llegando a 20 slykes. Para prevenir la acidosis, la solución de CEC contiene albúmina humana y sangre, las dos asegurando así un aporte suplementario de imidazol. Además, durante el recalentamiento, se aumenta el hematócrito y se filtra la sangre, lo que representa otra manera de prevenir la aparición de la acidosis.

Hipotermia

En condiciones de hipotermia el principal sistema amortiguador del plasma, el bicarbonato, deviene menos eficaz y la importancia del imidazol aumenta, debido a su capacidad de actuar a temperaturas de 17 hasta 37°C.

Los requerimientos y el consumo de O₂ disminuyen durante la hipotermia de manera proporcional, por lo cual se puede mantener un equilibrio - por cada 10°C menos el consumo de O₂ disminuye de 1.93 veces.

En hipotermia el CO₂ deviene más soluble, su producción y eliminación disminuyen, finalmente llegando a alcalosis respiratoria.

Si el aporte de O₂ es suficiente para cubrir los requerimientos, se puede mantener un metabolismo aeróbico adecuado aún en condiciones de hipotermia.

Se han descrito dos estrategias diferentes de manejo del equilibrio ácido-base durante la CEC:

1. **pH stat** - la cual esta basada sobre observaciones hechas en animales hibernantes, los cuales son capaces de mantener un pH sanguíneo constante de 7.40 a cualquier temperatura. En condiciones de hipotermia por ejemplo 17°C, eso se realiza con retención de CO₂ de hasta 58 mmHg, de tal manera que si la muestra de sangre se leyese en un gasómetro sin ajustar por la temperatura se observaría una acidosis severa, con pH 7.06 y PaCO₂ de 156 mmHg.

De acuerdo con estos hallazgos, la estrategia pH stat se ha utilizado en los años 1960 - 1970: el pH extracelular se mantenía constante, a 7.4 y el intracelular variaba⁶. Gasometría se realizaba a 37°C, corrigiéndose por la temperatura del paciente. Además, se añadía CO₂ a la sangre que pasaba por el oxigenador durante la CEC, de tal manera que el pH se mantenga a 7.4. La acidosis aparente así obtenida favorecía el desplazamiento de la curva de disociación de la oxihemoglobina hacia la izquierda, con disminución de la disponibilidad de O₂ para los tejidos.

En el ámbito cerebral, en hipotermia leve ó moderada, se ha observado la pérdida de la autorregulación del flujo sanguíneo cerebral y dependencia del mismo de la presión arterial media. A diferencia de esto, en condiciones de hipotermia profunda y paro circulatorio esta estrategia aumenta el flujo sanguíneo cerebral global, lo que asegura un enfriamiento más uniforme y una mejor supresión del metabolismo cerebral antes del paro circulatorio. Además, se observó un aumento del flujo en el ámbito regional, especialmente en los ganglios basales, cerebelo, puente y bulbo, lo que se relacionaba con un mejor pronóstico neurológico⁴.

En conclusión, la estrategia pH stat parece preferible en condiciones de hipotermia profunda y paro circulatorio.

2. **alpha stat** - la cual esta basada sobre la observación que, normalmente, el rango entre el imidazol disociado y nodisociado se mantiene constante. En condiciones de hipotermia el pH extracelular aumenta, principalmente por la disminución de la PaCO₂, así como el pH intracelular.

Esta estrategia es preferible cuando se utiliza hipotermia leve ó moderada por que asegura mejor estabilidad bioquímica cuando hay variaciones de la temperatura y eso por varias razones:

- mantiene constante la carga eléctrica proteica y consecuentemente la actividad enzimática;
- mantiene la actividad tampón del imidazol como principal sistema tampón intra- e extracelular;

- mantiene una distribución normal de los electrolitos de un lado y el otro de las membranas celulares;
- preserva autorregulación del flujo sanguíneo cerebral hasta una PAM de 30 mmHg o PPC de 20 mmHg.

Sin embargo, la estrategia alpha stat tiene una desventaja importante:

- en hipotermia profunda con paro circulatorio, el enfriamiento es más no uniforme, porque el flujo sanguíneo cerebral esta no uniforme - con zonas con hipotermia menor que el resto, flujo sanguíneo más bajo (ej. : núcleos basales, cerebelo, puente y bulbo) y riesgo alto de metabolismo anaeróbico y acidosis láctica secundaria⁷. Si la duración del paro circulatorio es mayor de 60 minutos, en el ámbito cerebral se produce una acidosis láctica progresiva importante lo que altera el pronóstico de desarrollo.

Es por eso que alpha stat se prefiere en condiciones de hipotermia leve o moderada, sin paro circulatorio.

II. JUSTIFICACIÓN

En la búsqueda de indicadores de morbilidad y mortalidad postoperatoria de pacientes con cardiopatías congénitas se ha tratado de emplear escalas como el PRISM III, con resultados contradictorios. Actualmente, por su fácil interpretación y accesibilidad, se sugiere el uso de índices bioquímicos como el lactato.

La asociación entre la acidosis láctica y el aumento de la mortalidad en pacientes críticamente enfermos está bien documentada^{8,9,10,11}. Broder *et al* reportaron una sobrevida de solo 11% en pacientes con choque circulatorio que tenían niveles de lactato por arriba de 4 mmol/l¹⁰.

Niveles seriados de lactato parecen ser útiles en la apreciación de la respuesta al tratamiento del choque circulatorio y el riesgo de mortalidad en este tipo de pacientes. En un estudio de 17 pacientes adultos con choque hipovolemico y niveles iniciales de lactato mayores de 4 mmol/l, *Vincent et al* observaron que la medición seriada de los niveles de lactato en las primeras 2 horas de tratamiento del choque tiene mejor valor pronostico que una medición aislada¹².

El valor pronostico de niveles de lactato ha sido investigado en otros estudios, en pacientes con choque^{13,14}. Estudiando 126 pacientes con diferentes formas de choque, *Vitek et al* han encontrado que los que fallecieron tenían niveles séricos de lactato más altos que los que sobrevivieron y que los pacientes con choque séptico tuvieron lactato menor de 10 mEq/L, a diferencia de los con otras formas de choque¹³. *Cowan et al* concluyeron que las mediciones seriadas de lactato constituyen un mejor índice pronostico que una aislada, aunque variables hemodinámicas como la diuresis, la presión arterial ó la diferencia entre la temperatura central y periférica parecen ser más confiables para este propósito¹⁴.

En pacientes críticamente enfermos con o sin síndrome de insuficiencia respiratoria aguda Rashkin et al reportaron una buena correlación entre los niveles de lactato y disponibilidad de O_2 y/o gasto cardíaco disminuidos¹⁵.

Los pacientes con hepatopatías y choque tienen niveles de lactato significativamente más altos que los sin choque y consecuentemente riesgo de mortalidad aumentado¹⁶. En pacientes con sepsis severa Friedman et al observaron que los niveles de lactato se mantuvieron altos en los que fallecieron, disminuyendo paulatinamente en los que sobrevivieron. El valor pronóstico del lactato aumentaba si se asociaba con el pH gástrico intramural, con mejor valor que los indicadores de oxigenación tisular¹⁷. Conclusiones similares en cuanto la utilidad de los niveles iniciales y tardíos del lactato como factor predictivo de mortalidad se reportaron en un estudio en pacientes con choque séptico¹⁸.

En un papel en el cual se discutan resultados similares de varios estudios hechos en pacientes adultos operados de corazón sometidos a circulación extracorpórea Landow comenta sobre el papel jugado por la hipoperfusión esplácnica en la producción de acidosis láctica y su efecto negativo sobre la sobrevivencia¹⁹. En una población similar, Ariza et al reportan una correlación significativa entre los niveles de lactato y los índices hemodinámicos como datos de hipoperfusión tisular, con valores más altos del lactato en los pacientes que fallecieron²⁰.

En niños, el valor pronóstico de mortalidad del lactato ha sido investigado en recién nacidos con hipoxemia severa que requerían ECMO en los cuales los niveles séricos de lactato tenían buena sensibilidad pero baja especificidad²¹.

En niños con cardiopatías congénitas sometidos a intervención quirúrgica, con ó sin circulación extracorpórea se han reportado resultados similares con los de los adultos, varios autores considerando que los niveles de lactato pueden servir como indicadores pronósticos de morbilidad y mortalidad^{22, 23, 24}, aunque Hatherill et al concluyeron, en un estudio efectuado sobre un grupo de 99 niños internados en la UTI, que este parámetro no tiene un buen valor predictivo de muerte²⁵.

Los niveles de lactato en pacientes operados de cardiopatías congénitas están determinados de varios factores como la duración de la CEC, del paro circulatorio, el grado de hipotermia, la duración del descenso y del ascenso de la temperatura, el pH y el hematócrito durante la CEC, alteraciones del retorno venoso ó del flujo esplácnico durante la cirugía y la respuesta inflamatoria sistémica a la bomba. La evolución en tiempo de los niveles de lactato parece tener mayor utilidad como factor pronóstico de morbilidad y mortalidad, más que mediciones únicas o aisladas^{12, 14, 26}.

Tomando en cuenta las consideraciones ya mencionadas surge la siguiente pregunta:

¿Los niveles de lactato son buenos indicadores de morbilidad y mortalidad en pacientes operados de cardiopatías congénitas?

III. OBJETIVO

Determinar si los niveles de lactato son buenos indicadores de morbilidad y mortalidad en el periodo postoperatorio en pacientes con cardiopatías congénitas.

IV. HIPÓTESIS

Los niveles de lactato en el periodo postoperatorio inmediato en pacientes con cardiopatías congénitas están directamente relacionados con la morbilidad y la mortalidad.

V. MATERIAL Y MÉTODOS

V. 1. DISEÑO:

Prospectivo, observacional, no-intervencional.

V. 2. CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión:

- pacientes con cardiopatías congénitas que se encontraban en el periodo postoperatorio inmediato, que habían sido sometidos a circulación extracorpórea (CEC) y que ingresaron a la unidad de terapia intensiva,
- pacientes sin datos de choque en el periodo preoperatorio,
- pacientes con funcionalidad hepática preoperatoria normal,
- edad: recién nacidos a 16 años,
- ambos sexos.

Criterios de exclusión:

- pacientes con cardiopatías congénitas que no habían requerido CEC,
- pacientes en estado crítico, requiriendo inotrópicos y ventilación mecánica en el periodo preoperatorio,
- pacientes con acidosis metabólica preoperatoria,
- pacientes con infecciones durante una semana antes de la cirugía,
- pacientes con alteración de la función hepática,

- pacientes con evaluación incompleta.

V. 3. VARIABLES:

VARIABLES UNIVERSALES:

- edad,
- sexo,
- estado nutricional.

VARIABLES INDEPENDIENTES:

- diagnóstico de ingreso,
- categorización de la complejidad quirúrgica,
- categorización por tipo de complicaciones.

VARIABLES DEPENDIENTES:

- puntaje de la escala PRISM III,
- puntaje de la escala MODS
- niveles de lactato en sangre arterial total,
- grado de hipotermia durante la CEC,
- tiempo de circulación extracorpórea,
- tiempo de paro circulatorio,
- tiempo de pinzamiento de aorta,
- gasometría de sangre arterial total durante la CEC y en las primeras 48 horas post cirugía,
- paro cardíaco,

- necesidad de reabrir el tórax,
- choque cardiogénico,
- arritmias,
- daño agudo pulmonar,
- disfunción orgánica múltiple,
- mortalidad.

V. 4. DEFINICIÓN DE VARIABLES:

- * Edad: Se considero desde la fecha de nacimiento del paciente hasta el momento en que ingrese a la unidad de cuidados intensivos. Escala de medición: intervalo (edad en meses).
- * Sexo: Se defino de acuerdo al fenotipo de cada paciente. Escala de medición: dicotómica (masculino ó femenino).
- * Estado de nutrición: Se clasifico de acuerdo con el peso, la talla y las tablas del NHS, se calculo el déficit de peso con relación a la edad y la talla y se expreso en porcentaje. Escala de medición: ordinal (normal, desnutrición de primero, segundo y tercer grado).
- * Diagnóstico de ingreso: Se tomo de la nota de ingreso, o bien de la nota quirúrgica. Escala de medición: cualitativa, nominal.
- * Categorización de complejidad quirúrgica: de acuerdo a lo propuesto por Jenkins y colaboradores²⁷ (Anexa I). Escala de medición: cuantitativa, numérica.
- * PRISM III – puntaje calculado de acuerdo con la referencia²⁸ (Anexa II). Escala de medición: cuantitativa, numérica.
- * Presión Arterial Media - medida con catéter arterial conectado a un monitor Hewlett – Packard Modelo 54 S. Escala de medición: cuantitativa, numérica.
- * Niveles de lactato en sangre arterial total - medidos con gasómetro NOVA Biomedical Stat Profile M. Escala de medición: cuantitativa, numérica.
- * Grado de hipotermia durante la CEC - valor mínimo medido durante la cirugía. Escala de medición: cuantitativa, numérica.
- * Tiempo de circulación extracorpórea. Escala de medición: cuantitativa, numérica.

- * Tiempo de paro circulatorio. Escala de medición: cuantitativa, numérica.
- * Tiempo de pinzamiento de aorta. Escala de medición: cuantitativa, numérica.
- * Dosis de inotrópicos, vasopresores y vasodilatadores expresadas en microgramos/kg/min. Escala de medición: cuantitativa, numérica.
- * Paro cardíaco - definido como bradicardia ó asistolia durante la cirugía ó en el periodo postoperatorio. Escala de medición: cualitativa, categórica.
- * Necesidad de reabrir el tórax por edema, tamponada cardíaca ó hipotensión durante la cirugía ó en el periodo postoperatorio. Escala de medición: cualitativa, categórica.
- * Choque Cardiogénico - definido con datos clínicos y radiológicos de insuficiencia cardíaca descompensada (hipotensión arterial por debajo de la percentila 5, taquicardia, disnea, hepatomegalia, edemas, incluso edema pulmonar agudo, oliguria, alteraciones del estado de consciencia, cardiomegalia) que requiere manejo con aminas - inotrópicos, vasoconstrictores o vasodilatadores. Escala de medición: cualitativa, categórica.
- * Arritmias cardíacas - cualquier alteración de ritmo cardíaco, de tipo taqui- o bradiarritmia o bloqueo. Escala de medición: cualitativa, categórica.
- * Daño agudo pulmonar - definido en nuestros casos con hipoxémia - $PaO_2/FiO_2 < 300$, infiltrados pulmonares bilaterales difusos, con presión venosa central menor de 18 mmHg, sin datos de insuficiencia cardíaca asociada. Escala de medición: cualitativa, categórica.
- * Disfunción orgánica múltiple - definida como falla de 3 ó más de 3 órganos en el periodo postoperatorio y relacionada con el puntaje de la escala MODS ²⁹ (Anexa III). Escala de medición: cuantitativa, numérica.
- * Mortalidad durante la cirugía ó en el periodo postoperatorio, sin relación con la técnica quirúrgica. Escala de medición: cualitativa, categórica.

Hoja de recolección de datos está presentada en la Anexa IV.

V. 5. MÉTODOS

V. 5. 1. Mediciones preoperatorias:

- 24 horas antes del ingreso a quirófano:
 - numero de leucocitos séricos,
 - numero de plaquetas séricas,
 - tiempos de coagulación séricos,
 - glucemia sérica.

- Minutos antes de la inducción de la anestesia:
 - frecuencia cardíaca,
 - presión arterial (sistólica, media)

V. 5. 2. Mediciones intraoperatorias:

- frecuencia cardíaca,
- presión arterial media durante la cirugía - media y valores extremos,
- duración de la CEC,
- tiempo de paro circulatorio,
- tiempo de pinzamiento de la aorta,
- número de leucocitos séricos,
- número de plaquetas séricos,
- tiempos de coagulación séricos,
- pruebas de función hepática - bilirubinas (= parte del MODS) - muestra tomada antes del inicio de la CEC,
- pruebas de función renal - creatinina sérica (= parte del MODS y el PRISM III) - muestra tomada antes del inicio de la CEC,
- gasometría arterial seriada (muestra de sangre total) – antes, durante (10 - 15 minutos desde el inicio de la CEC, a la temperatura mínima y en recalentamiento) y post CEC,
- lactato arterial - valor máxima durante la cirugía medida en gasometría arterial,
- glucemia - valor máxima durante la cirugía - medida en gasometría arterial,
- temperatura mínima durante la CEC,
- número de desfibrilaciones al salir de CEC
- accidentes/incidentes durante la cirugía,
- dosis de inotrópicos, vasopresores y vasodilatadores - valor máxima durante la cirugía.

V. 5. 3. Mediciones postoperatorias (al ingreso a la UTI y 6, 12, 24 y 48 horas postoperatorias):

- frecuencia cardíaca,
- presión arterial media,
- lactato arterial,
- temperatura corpórea,
- gasometría arterial,
- puntaje de la escala PRISM III al ingreso, a las 12 y 24 horas del ingreso a la UTI,
- puntaje de la escala MODS al ingreso, a las 12 y 24 horas del ingreso a la UTI,
- dosis de inotrópicos,
- dosis de vasopresores,
- dosis de vasodilatadores.

V. 5. 4. Complicaciones postoperatorias tomadas en cuenta:

- necesidad de dejar abierto o reabrir el tórax por edema, hipotensión, tamponada cardíaca,
- alteraciones del ritmo cardíaco
- daño agudo pulmonar,

- edema cerebral,
- falla orgánica múltiple,
- paro cardio-respiratorio.

V. 6. Cálculo de muestra / Población de estudio

Niños con cardiopatías congénitas operados con CEC en HIM durante un periodo de 3 meses.

VI. ANALISIS ESTADISTICA

Se realizo con el programa de computación estadística SPSS versión 10.0 para Windows.

Se registraron las correlaciones entre los valores transquirúrgicos máximos del lactato arterial y parámetros intraoperatorios (tiempos de CEC, de paro circulatorio y de pinzamiento aórtico, estado hemodinámico, requerimiento de aminos) y postoperatorios (estado hemodinámico, requerimiento de aminos) utilizándose la regresión logística binaria y reportándose la significación estadística de la prueba chi cuadrado.

Se correlacionaron los niveles de lactato con los puntajes de las escalas PRISM e MODS y con el pronóstico a corto plazo - las primeras 48 horas hasta la salida de la unidad de terapia intensiva utilizándose la misma regresión logística binaria.

Se reportaron las medias y desviaciones típicas para las variables con distribución normal, medianas y errores típicos de la media para las variables que no tenían una distribución normal.

Se utilizaron pruebas no-parámétricas para la mayoría de los análisis debido al hecho que muchas de las variables no eran normal distribuidas.

Se calculo la razón de momios para variables relacionadas con la muerte.

Para todas las pruebas, un $p < 0.05$ se considero estadísticamente significativo.

VII. CONSENTIMIENTO Y ASPECTOS ETICOS

Una condición obligatoria de inclusión en el estudio fue el consentimiento informado y escrito de los papás de los pacientes. En la Anexa V se presenta la carta de autorización y consentimiento informado utilizada en el presente estudio.

El estudio se llevó a cabo después de haber sido aprobado por el Comité de Investigación del Hospital Infantil de México.

VIII. RESULTADOS

VIII. 1. Distribución de casos por sexo

Se incluyeron un total de 16 pacientes no-consecutivos – 13 varones (81.25%) y 3 mujeres (18.75%). Todos habían sido sometidos a cirugía correctiva o paliativa con circulación extracorpórea en un intervalo de 3 meses en el Hospital Infantil de México "Federico Gómez".

VIII. 2. Distribución de casos por edad

Los 16 pacientes incluidos en el estudio tenían edades entre 25 días y 15 años y 6 meses. La mediana de la edad fue de 5.4 meses (error típica de la media de 12.5 meses), con 56.3% de los pacientes con edad ≤ 6 meses.

VIII. 3. Distribución de casos por diagnóstico

Los 16 pacientes incluidos en el estudio tenían como diagnósticos conexión anómala total de venas pulmonares (CATVP), tetralogía de Fallot (TOF), transposición de grandes arterias (TGA), doble vía de salida del ventrículo derecho (DVSVD) tipo Taussig-Bing, comunicación interauricular (CIA), comunicación interventricular (CIV), fístula coronaria con cuerpo extraño intracardiaco y coartación de aorta (Co Ao) con estenosis subvalvular aórtica (ESAO). 62.5% del total tenían diagnósticos con complejidad quirúrgica ≥ 3 (Anexa I²⁷).

La distribución de casos por diagnóstico está presentada en la Tabla 1.

Tabla 1 Distribución de casos por diagnóstico

Diagnóstico	# casos
CATVP	6
- vena vertical	3
- seno coronario	1
- aurícula derecha	1
- infradiaphragmática	1
TOF	2
TGA	3
DVSVD - Taussig-Bing	1
CIA	1
CIV	1
Fístula coronaria + cuerpo extraño intracardiaco	1
Co Ao + ESAO	1
TOTAL	16

VIII. 4. Distribución de casos por técnica quirúrgica

De acuerdo con los diagnósticos, se practicaron 6 correcciones totales de CATVP, 2 correcciones totales de TOF, 2 switch arteriales tipo Jatene y 1 Mustard para las 3 TGA, 1 corrección parcial de tipo Senning para la DVSVD, 1 cierre de CIA, 1 cierre de CIV, 1 cierre de fistula coronaria + extracción de cuerpo extraño intracardiaco, 1 coartectomía + resección de rodete subvalvular aórtico + aortoplastia.

VIII. 5. Complicaciones

Un resumen de las complicaciones ocurridos en los pacientes incluidos en el presente estudio esta presentado en la Tabla 2.

8 de los pacientes incluidos en el estudio (50%) presentaron choque cardiogénico durante la cirugía o en las primeras horas después del ingreso a la unidad de terapia intensiva (UTI), requiriendo aminas (la combinación lo más frecuentemente utilizada fue Dobutamina + Dopamina) en dosis moderadas o altas. Otros 2 pacientes más han requerido aminas a dosis moderadas/altas por más de 48 horas en el periodo postoperatorio.

En 1 caso de corrección total de TOF el paciente salió de quirófano con el tórax abierto – por edema de pared importante con repercusión hemodinámica – hipotensión arterial – al intentar cerrarlo y en otros 2 pacientes (1 caso de TGA y el de DVSVD) fue necesario reabrir el tórax en las primeras 24 horas postoperatorias por la misma razón en total 3 de 16 (18.7%) presentaron esta complicación.

6 pacientes (37.5%) han presentado alteraciones de ritmo cardiaco - taquicardia supraventricular, extrasístoles o taquicardia ventriculares o bloqueo A-V - 3 de ellos al salir de la CEC o en las primeras 48 horas de estancia en la UTI (los otros 3) requiriendo desfibrilaciones o marcapaso (MP - 1 permanente, 2 temporales).

4 de los niños (25%) han presentados datos clínicos y radiológicos de daño agudo pulmonar en las primeras 48 horas de su estancia en la UTI.

Solamente 2 pacientes (16.6%) presentaron datos clínicos e imagísticos de edema cerebral en sus primeras 48 horas en la UTI.

2 niños (16.6%) presentaron disfunción orgánica múltiple, definida como falla de 3 ó más de 3 órganos en el periodo postoperatorio y medida con el puntaje de la escala MODS.

Del total de 16 pacientes incluidos en el estudio fallecieron 4, resultando una mortalidad de 25%, en un grupo de pacientes con mediana de la valor de la complejidad quirúrgica de 3, sin constatar una diferencia significativa de este variable entre los que sobrevivieron y los que fallecieron.

Tabla 2 Lista complicaciones ocurridas en los 16 niños

#	DGx	Tipo de complicaciones					
		Tórax abierto	Choque cardiogénico	Alter. ritmo	Daño pulmonar	Edema cerebral	Muerte
1	CoAo+ESAo						
2	CATVP seno coron.						
3	CATVP v.v.						
4	CATVP v.v.		✓	✓			
5	CATVP infradiaphrag.						
6	TGA (Jatene)		✓				
7	CATVP aurícula der.				✓		
8	DVSVD	✓	✓	✓ (MP)	✓	✓	✓
9	TGA (Jatene)	✓	✓	✓			✓ (en Qx)
10	Fistula coron.				✓		
11	TOF	✓	✓				✓
12	TOF						
13	CIA						
14	CIV + CoAo		✓	✓ (MP)			
15	TGA (Mustard)		✓	✓ (MP)			✓
16	CATVP v.v.		✓	✓		✓	

6 niños (37%) no tuvieron ninguna complicación, 5 (31.25%) tuvieron menos de 3 complicaciones y otros 5 tuvieron ≥ 3 complicaciones. Los 4 que fallecieron tuvieron entre 2 y 6 complicaciones.

VIII. 6. Niveles de lactato

1. Transquirúrgicos

En prácticamente todos los pacientes durante la cirugía, particularmente durante la CEC, los niveles de lactato tenían tendencia a subir desde un nivel inicial en límite normales hasta un máximo en el periodo de recalentamiento, secundario a la hipoperfusión inherente asociada con la CEC y el enfriamiento, con fenómeno de "wash-out" secundario.

Los niveles de lactato al inicio de la cirugía no se correlacionaron de manera significativa ni con la morbilidad, ni con la mortalidad.

La distribución de los valores transquirúrgicos máximos del lactato era anormal, con límites entre 3.5 y 17.2 mmol/l, mediana de 8.1 mmol/l y error típica de la media (ETM) de 0.897. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los niños que sobrevivieron (límites 3.5 - 11 mmol/l, mediana 7.45 mmol/l, ETM 0.627) y los que fallecieron (límites 8.1 - 17.2 mmol/l, mediana 12.2 mmol/l, ETM = 2.322, $p = 0.018$).

60% (3/5) de los con niveles transquirúrgicos máximos de mínimo 8.5 mmol/l fallecieron. La razón de momios (OR) fue de 15, chi cuadrado de 0.029, IC 95%: 0.983 - 228.896.

2. Al ingreso a la UTI

Posteriormente, hasta al ingreso a la UTI, los niveles bajaban, en este momento registrándose unas valores de 1.2 hasta 9.5 mmol/l, con una mediana global de 3.6 mmol/l y error típica de la media de 0.781, sin diferencias significativas entre los pacientes que sobrevivieron y los que murieron.

3. A las 12 horas del ingreso a la UTI

Los niveles de lactato en este momento variaron entre 0.9 y 11.6 mmol/l, con mediana 2.6 y ETM 0.682 y diferencias significativas entre los que sobrevivieron y los que fallecieron - límites 0.9 - 3.9 mmol/l vs 2.6 - 11.6 mmol/l, medianas 2.6 vs 5.7 mmol/l, ETM 0.289 vs 2.640, $p = 0.008$ al procesar los datos con regresión logística binaria.

Los niños con lactato a 12 horas del ingreso a la UTI de mínimo 4 mmol/l tienen riesgo más alto de mortalidad que los con menos de 4 mmol/l (chi cuadrado $p = 0.001$, prueba exacta de Fisher $p = 0.007$).

100% (3/3) de los con lactatos a las 12 horas de mínimo 4 mmol/l fallecieron.

4. A las 24 horas del ingreso a la UTI

El valor mínimo de este variable fue de 0.6 mmol/l, el máximo de 3.5 mmol/l debido al hecho que de los 4 fallecimientos, 3 se produjeron en las primeras 24 horas post cirugía - 1 en quirófano y 2 en la UTI, con una fuerte influencia sobre la distribución - anormal, sesgada, de esta variable.

Esta variable no se asocio con riesgo significativo de mortalidad.

5. Niveles máximos de lactato en la UTI

Oscilaron entre 1.2 y 12.2 mmol/l, con mediana de 4.2 mmol/l, ETM 0.818, sin diferencias significativas entre los que sobrevivieron y los que murieron.

Los pacientes con niveles máximos de lactato en la UTI de mínimo 8 mmol/l tenían un riesgo de 15 veces más alto de muerte que los que tenían este parámetro < 8 mmol/l ($p = 0.029$, IC 0.983 - 228.896).

60% (3/5) de los con lactato máximo en la UTI de mínimo 8 mmol/l se murieron.

De los 5 tipos de lactato, los que más se correlacionaron con otras variables fueron los niveles máximos transquirúrgicos y por lo tanto estas correlaciones y asociaciones se reportarán más adelante.

VIII. 7. Resultados comparativos entre los pacientes que sobrevivieron y los que fallecieron

Desde el punto de vista demográfico (edad, sexo, estado nutricional) no se constataron diferencias significativas entre los que sobrevivieron y los que fallecieron.

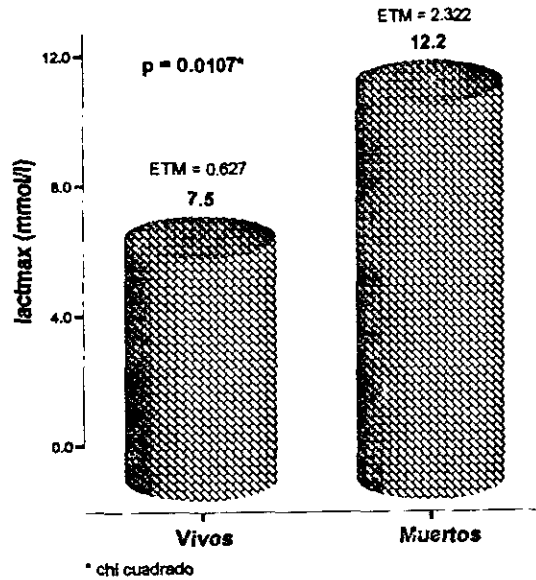
En 4 niños (25%) el tiempo quirúrgico fue de mínimo 300 minutos; de ellos, 75% se murieron, con un OR de 33, chi cuadrado de 0.008, prueba exacta de Fisher: 0.027 y IC 95%: 1.560 - 697.964.

Resultados idénticos se obtuvieron para los pacientes con tiempo de circulación extracorpórea de minimum 180 minutos y los con glucemia transquirúrgica máxima de minimum 300 mg/dl.

Los pacientes que fallecieron tuvieron niveles transquirúrgicos máximos de lactato más altos ($p = 0.018$ - gráfica 1), tiempo anestésico, quirúrgico y de circulación

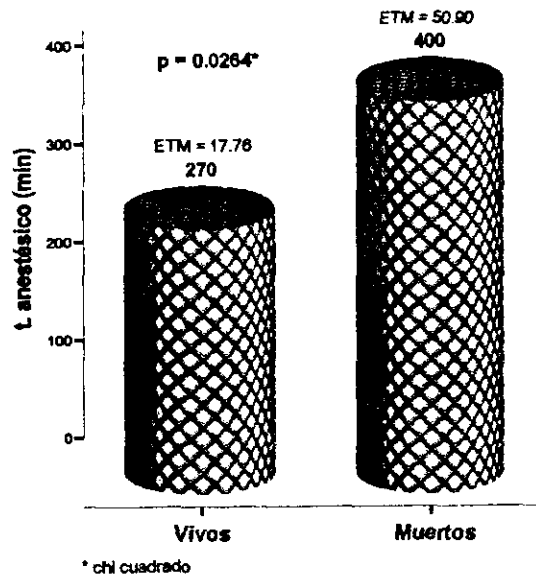
Gráfica 1

**Medianas de Niveles Transquirúrgicos
Máximos de Lactato en Vivos vs Muertos**



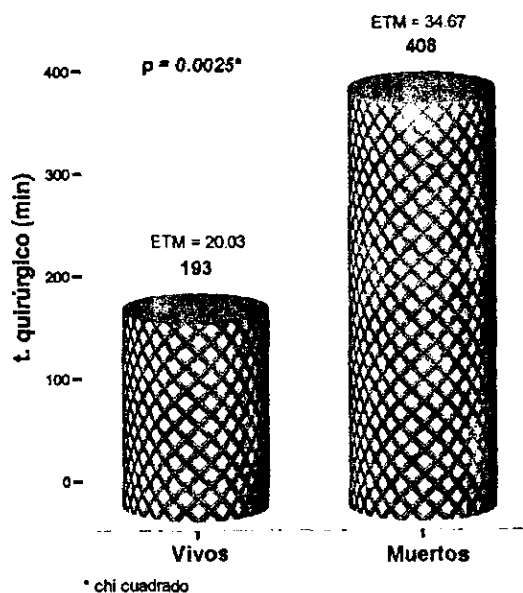
Gráfica 2

**Medianas del Tiempo Anestésico
en Vivos vs Muertos**



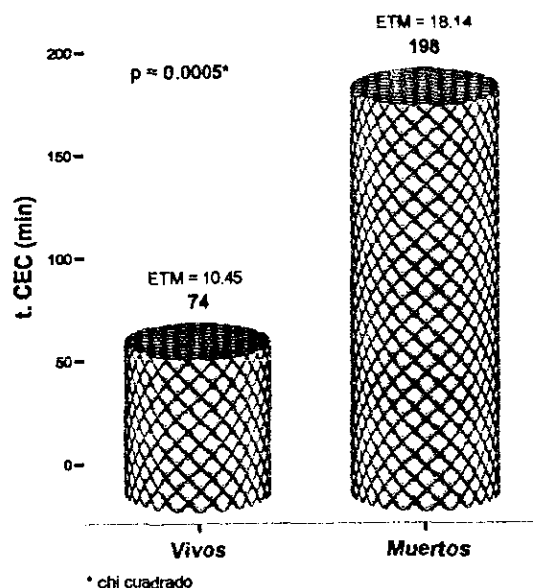
Gráfica 3

Medianas del Tiempo Quirúrgico en Vivos vs Muertos



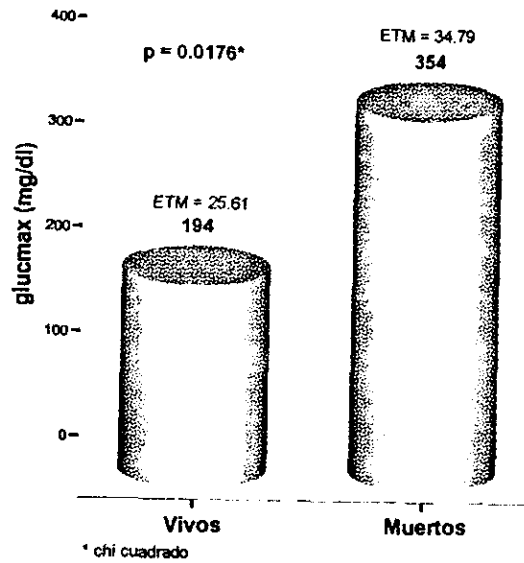
Gráfica 4

Medianas del Tiempo de CEC en Vivos vs Muertos



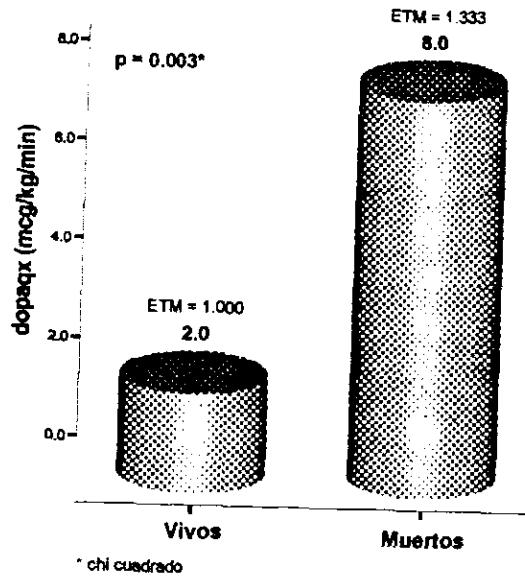
Gráfica 5

**Medianas de la Glucosa Transquirúrgica
Máxima en Vivos vs Muertos**



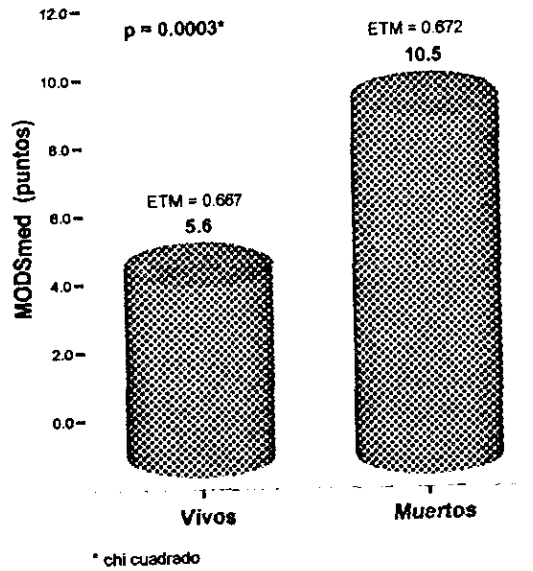
Gráfica 6

**Medianas de la Dosis Transquirúrgica Máxima
de Dopamina en Vivos vs Muertos**



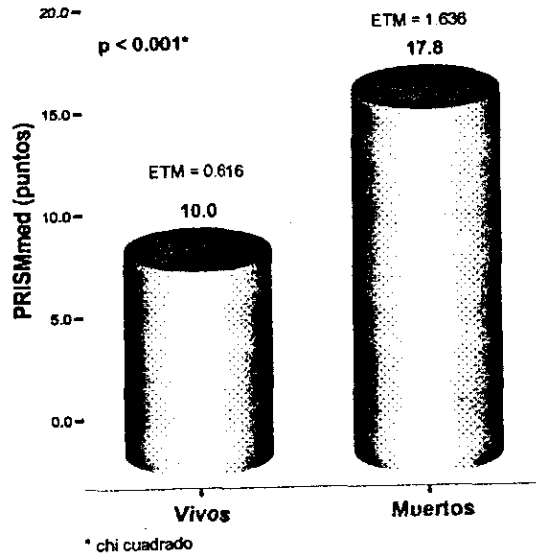
Gráfica 7

Medianas del Puntaje MODS Promedio en Vivos vs. Muertos



Gráfica 8

Medianas del Puntaje PRISM III Promedio en Vivos vs Muertos



extracorpórea más largos ($p = 0.040$ - gráfica 2, $p = 0.009$ - gráfica 3 y $p = 0.003$ respectivamente - gráfica 4).

También se observó que estos pacientes presentaron niveles transquirúrgicos máximos de glucemia más altos ($p = 0.019$ - gráfica 5) y habían requerido dosis significativamente más altas de dopamina ($p = 0.022$ - gráfica 6) en comparación con los que sobrevivieron.

Finalmente, en cuanto a indicadores de morbilidad (MODS) y mortalidad (PRISM III), se constataron:

- valores más altos de los puntajes MODS - al ingreso a la UTI ($p = 0.014$), a las 12 horas ($p = 0.014$) y del valor promedio entre los puntajes MODS al ingreso, a las 12 y a las 24 horas postcirugía ($p = 0.006$ - gráfica 7);
- valores más altos de los puntajes PRISM - al ingreso a la UTI ($p = 0.030$), a las 12 horas ($p = 0.014$) y del valor promedio entre los puntajes PRISM al ingreso, a las 12 y a las 24 horas después de la cirugía (0.006 - gráfica 8).

Para variables como la complejidad quirúrgica, tiempo de paro circulatorio, tiempo de pinzamiento de aorta, temperatura mínima durante la CEC, número de desfibrilaciones al salir de CEC, sangrado transquirúrgico, lactato al ingreso a la UTI y el valor máximo del mismo durante la estancia en la UTI, la diferencia entre este valor y el lactato de ingreso, así como el puntaje MODS y PRISM a las 24 horas del ingreso a la UTI las diferencias no estuvieron significativas.

VIII. 8. Variables intra y postoperatorias en niños con niveles transquirúrgicos máximos de lactato ≥ 8.5 mmol/l versus los con lactato < 8.5 mmol/l

Realizándose regresión logística binaria, se observaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la duración de la anestesia, la cirugía y la circulación extracorpórea (CEC), el número de desfibrilaciones al salir de CEC, la dosis transquirúrgica máxima de Dobutamina (la amina más utilizada, junto con la dopamina), los niveles de lactato al ingreso y a las 12 horas del ingreso a la UTI y los niveles máximos de lactato durante las primeras 48 horas de la estancia en la UTI, el promedio del puntaje de la escala PRISM III (al ingreso, a las 12 y 24 horas del ingreso a la UTI), el puntaje PRISM al ingreso y a las 12 y 24 horas del ingreso y el promedio del puntaje MODS (al ingreso, a las 12 y 24 horas del ingreso a la UTI), el puntaje al ingreso, a las 12 y las 24 horas del ingreso a la UTI, así como algunas complicaciones (tórax abierto, choque cardiogénico, disfunción orgánica múltiple) y la mortalidad. La significación estadística de cada una está presentada en la Tabla 3.

Tabla 3 Variables intra y postoperatorias en niños con lactato transquirúrgicos máximos ≥ 8.5 mmol/l y los con lactato < 8.5 mmol/l

Variable	p (chi cuadrado)	Variable	p (chi cuadrado)
Complejidad Qx	NS	PRISM medio UTI	< 0.001
T. Anestésico	0.016	PRISM Ing. UTI	< 0.001
T. Quirúrgico	0.001	PRISM 12 hrs UTI	0.015
T. CEC	0.004	PRISM 24 hrs UTI	0.035
T. Paro circulatorio	NS	MODS medio UTI	0.004
T. Pinzamiento Ao	NS	MODS Ing. UTI	0.008
Temp. Min. CEC	NS	MODS 12 hrs UTI	0.015
Desfibril. Sal. CEC	0.029	MODS 24 hrs UTI	0.024
Dobutamina Qx	0.022	Tórax abierto	< 0.001
Dopamina Qx	NS	Choque cardiogénico	< 0.001
Sangrado Qx	NS	Alteraciones ritmo	NS
Glucemia Máx. Qx	NS	Daño agudo pulmonar	NS
Lactato Ing. UTI	0.002	Disfunc. Org. Múltiple	0.013
Lactato 12 hrs UTI	0.027	Edema cerebral	NS
Lactato 24 hrs UTI	NS		
Lactato máximo UTI	0.001	Muerte	0.033

VIII. 9. Factores asociados con la mortalidad y la morbilidad

Con el propósito de identificar los factores de riesgo de morbilidad y mortalidad, se realizó una regresión múltiple en pasos sucesivos.

Las únicas variables con diferencias significativas en cuanto al riesgo de mortalidad fueron el PRISM III promedio ($p < 0.001$) y la duración del tiempo de paro circulatorio ($p = 0.028$).

A pesar de la correlación observada entre el tiempo de paro circulatorio y la mortalidad, esta variable de perfusión no se correlacionó de manera significativa con los niveles transquirúrgicos máximos de lactato.

En cuanto a la morbilidad, reflejada por el MODS y la incidencia de complicaciones ya mencionadas, el promedio de los valores de MODS al ingreso, a las 12 y a las 24 horas del ingreso a la UTI varió entre 1.6 y 11.6 puntos, la máxima manteniéndose dentro de los límites 9 - 12 puntos asociados con una mortalidad de 25%, i. e. idéntica con la observada en nuestros pacientes. De todos los valores registradas en los 3 momentos (al ingreso, a las 12 y a las 24 horas del ingreso a la UTI), la mayoría (34/40 = 85%) se situaron por debajo de 10 puntos, solo 15% igualando o rebasando este nivel.

IX. DISCUSIÓN

En el presente estudio fueron incluidos un total de 16 niños con cardiopatías congénitas de complejidad variable, 50% de ellos situándose en la categoría 3.

La mayoría (81%) eran varones, 56% de todos con edad menor o igual a 6 meses. Aunque el tamaño de muestra es pequeño, el número de pacientes está parecido a otros estudios efectuados en niños.

La distribución por sexo sesgada fue consecuencia del proceso habitual de reclutamiento de pacientes de los servicios de cardiología y cirugía cardio-vascular del HIM.

La proporción elevada de niños con grado de complejidad quirúrgica ≥ 3 (62.5) se debe al hecho que el HIM constituye un centro de referencia al nivel nacional en México en cuanto a cardiopatías congénitas y puede explicar la mortalidad observada, mayor a la de otros reportes 16.7%²² o 8%²⁴.

La incidencia elevada, en comparación con los reportes de la literatura, de algunas de las complicaciones, como el choque cardiogénico (50%) y la mortalidad de 25% se considero ser relacionada a la complejidad quirúrgica elevada y, en menor extento, a la existencia de incidentes o accidentes transquirúrgicos como evento hipóxico (en 2 casos, asociado con intubación traqueal prolongada), edema agudo pulmonar o dificultades técnicas.

La incidencia de la disfunción orgánica múltiple observada en nuestro estudio es mayor en comparación con la de Duke et al²³ (16.6% vs 6.7%), pero menor (16.6% vs 27%) a la del de Siegel et al de 1996²², lo cual también reportaba una mortalidad ligeramente más baja (17% vs. 25%).

Entre los resultados obtenidos en el presente estudio, llamo la atención la diferencia estadísticamente significativa entre los niveles transquirúrgicos máximos de glucemia entre los niños que fallecieron y los que sobrevivieron, con una razón de momios de 33.0 para los que tenían niveles de mínimo 300 mg/dl. La correlación entre este variable y el riesgo de mortalidad es, de hecho, lógica, si tomamos en cuenta que la hiperglucemia en este tipo de pacientes es secundaria a unas condiciones de estrés impuestas por el acto quirúrgico per se y además por la perfusión extracorpórea y que la hiperglucemia se acompaña frecuentemente de hiperlactemia. Ninguno de nuestros pacientes tenía datos clínicos de diabetes mellitus, ni antes ni después de la cirugía y por lo tanto el aumento de la glucemia se atribuyó exclusivamente al acto quirúrgico, con todos sus efectos al nivel de varios órganos y sistemas.

Cuando se discute de la correlación entre los niveles de lactato y la morbilidad y mortalidad, algunos autores utilizan los niveles iniciales de lactato tomados durante la cirugía²², otros los del ingreso o de las primeras 24 horas del ingreso a la UTI²³, otros toman en cuenta la variación de estos niveles durante la cirugía²⁴. En el caso de nuestros

pacientes, los niveles transquirúrgicos máximos de lactato - específicamente el punto de corte de 8.5 mmol/l - fueron los que se correlacionaron mejor con otras variables. No observamos una diferencia significativa entre los valores del inicio de la cirugía de los pacientes que sobrevivieron y los que fallecieron, resultados parecidos a los obtenidos de Hatherill et al²⁵.

En nuestros pacientes, el haber observado una fuerte correlación entre los niveles transquirúrgicos máximos de lactato y los tiempos anestésico, quirúrgico y especialmente el de CEC no es sorprendente. El tiempo de pinzamiento aórtico parece no haber tenido ninguna correlación con los niveles de lactato.

En un estudio realizado en una población semejante, Muñoz et al²⁴ reportaron que los pacientes con paro circulatorio tenían valores medianas de lactato en cualquier momento más altos que los sin paro. En el presente no se encontró una correlación estadísticamente significativa entre estas dos variables, pero la regresión múltiple realizada indicó el tiempo de paro circulatorio como uno de dos factores pronóstico de mortalidad - el otro siendo el valor promedio del puntaje PRISM al ingreso, a las 12 y las 24 horas.

El ascenso rápido y marcado, de hasta 17.2 mmol/l, de los niveles transquirúrgicos y/o postoperatorios de lactato en algunos pacientes es comparable con lo reportado en otros estudios realizados en poblaciones semejantes²⁵. En este mismo estudio de Hatherill et al, así como en otros^{22, 23, 24}, se reportaron buenas correlaciones entre los niveles de lactato tomados en diferentes momentos - durante la cirugía o en las primeras 48 horas después de la cirugía.

Persisten todavía controversias en cuanto el valor predictivo de morbilidad y mortalidad del lactato. Los resultados de nuestro estudio, aunque demostraron fuertes correlaciones entre los niveles de lactato y diferentes variables transquirúrgicas y postoperatorias que nos permiten afirmar la utilidad práctica de este parámetro, no pudo demostrar un valor predictivo claro del mismo para morbilidad o mortalidad. Una posible explicación o podría representar el manejo de la bomba de CEC y el tamaño de la muestra.

XI. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio se puede afirmar que la medición de los niveles de lactato, primero durante la cirugía y después en el periodo postoperatorio inmediato, es evidentemente útil, un ascenso importante y rápido indicando la necesidad de ajustar el manejo de la perfusión tisular durante la CEC así como el manejo postoperatorio y sugiriendo riesgos aumentados de morbilidad y mortalidad.

Entre los niveles de lactato en diferentes momentos durante la cirugía y en las primeras 24 - 48 horas y la morbilidad y la mortalidad no existe, evidentemente, una relación causal. Por lo tanto, el valor predictivo de los mismos, en una muestra de solo 16 pacientes no es fácil de evaluar, aunque el hecho que el lactato es un buen indicador de la perfusión tisular es ya aceptado de muchos autores.

La medición de los niveles de lactato es fácil y rápida en muchos hospitales, así que podría constituir una señal precoz de necesidad de intervenir temprano, antes de la aparición de complicaciones tardías.

Estudios más amplios permitirán una mejor evaluación del valor pronóstico de los niveles de lactato en cuanto a la morbilidad y la mortalidad en niños operados de cardiopatías congénitas, pronóstico que sigue siendo influenciado por parámetros correlacionados con el evento quirúrgico - tiempos de cirugía, CEC, paro circulatorio, dosis de aminas utilizadas durante la cirugía, glucemia transquirúrgica máxima etc..

AGRADECIMIENTOS

A mis asesores, la **Dra. Lourdes Marroquín Yañez** y el **Dr. Olivar López** - por su apoyo y paciencia, por haberme enseñado, junto con los demás adscritos de la UTIP, como cuidar a los niños críticamente enfermos;

A mis compañeros - terapeutas y pediatras del Hospital Infantil de México "Federico Gómez" - por su excelente trabajo y camaradería, sin los cuales este estudio no se hubiera podido hacer;

Al **Dr. Alain Olvera** - por su valioso ayuda al inicio y a lo largo del estudio y de mi residencia;

A la **Lic. Elisabeth Colín** y al **Sr. Cecilio Xolalpa** - por su comprensión y apoyo, a la Secretaría de Relaciones Exteriores por haberme ofrecido esta maravillosa chance de estudiar en México;

A los mexicanos - con su alegría de vivir y sus ganas de salir adelante en condiciones que desesperarían a muchos,

A todos les doy mis sinceras GRACIAS!

ESTA TESIS NO SALE DE LA BIBLIOTECA

XI. BIBLIOGRAFIA

1. Mizock BA, Falk JL - Lactic acidosis in critical illness. *Crit. Care Med.* 1992; 20: 80-93
2. Appel D, Rubinstein R, Schrager et al - Lactic acidosis in severe asthma. *Am J Med* 1983; 75: 580-4.
3. Assadi FK - Therapy of acute bronchospasm: Complicated by lactic acidosis and hypokalemia. *Clin Pediatr* 1989; 28: 258-60.
4. Braden GL, Johnston SS, Germain MJ et al - Lactic acidosis associated with the therapy of acute bronchospasm. *N Engl J Med* 1985; 313: 890-1.
5. Lloyd Thomas A - Acid base balance - en RA Jonas, MJ Elliott - "Cardiopulmonary bypass in neonates, infants and children", Butterworth-Heinemann, 1994:100-10.
6. Swain JA, MacDonald TJ, Robbins RC, Balaban RS - Relationship of cerebral and myocardial pH to blood pH during hypothermia. *Am J Physiol* 1991; 260: III 640 - III 644.
7. Aoki M, Nomura F, Stromski ME et al - Effects of pH on brain energetics after hypothermic circulatory arrest. *Ann. Thoracic Surg.* 1993; 55: 1093-103.
8. Ruiz CE, Weil MH, Carlson RW - Treatment of circulatory shock with dopamine. *Studies on survival. JAMA* 1979;242:165-8.
9. Cady LD, Weil MH, Afifi AA - Quantitation of severity of critical illness with special reference to blood lactate. *Crit Care Med* 1973;1:75-80.
10. Broder G, Weil MH - Excess lactate: an index of reversibility of shock in human patients. *Science* 1964;143:1467-9.
11. Anderson CT, Westgard JO, Schlimgen K, Birnbaum ML - Contribution of arterial blood lactate measurements to the care of critically ill patients. *Am J Clin Pathol* 1977;68:63-7.
12. Vincent J-L, Dufaye P, Berré J et al - Serial lactate determinations during circulatory shock. *Crit Care Med* 1983;11:449-51.
13. Vitek V, Cowley RA - Blood lactate in the prognosis of various forms of shock. *Ann Surg* 1971;173:308-13.
14. Cowan BN, Burns JG, Boyle P et al - The relative prognostic value of lactate and haemodynamic measurements in early shock. *Anaesthesia* 1984;39:750-5.
15. Rashkin MC, Bosken C, Baughman RP - Oxygen delivery in critically ill patients: Relationship to blood lactate and survival. *Chest* 1985;87:580-4.
16. Kruse JA, Zaidi SAJ, Carlson RW - Significance of blood lactate levels in critically ill patients with liver disease. *Am J Med* 1987;83:77-82.
17. Friedman G, Berlot G, Kahn RJ et al - Combined measurements of blood lactate concentrations and gastric intramucosal pH in patients with severe sepsis. *Crit Care Med* 1995;23:1184-93.
18. Bakker J, Coffernils M, Leon M et al - Blood lactate levels are superior to oxygen-derived variables in predicting outcome in human septic shock. *Chest* 1991;99:956-62.
19. Landow L - Splanchnic lactate production in cardiac surgery patients. *Crit Care Med* 1993;21:S84-91.
20. Ariza M, Gothard JWW, Mcnaughton P et al - Blood lactate and mixed venous-arterial PCO₂ gradient as indices of poor peripheral perfusion following cardiopulmonary bypass surgery. *Intensive Care Med* 1991;17:320-4.

21. Cheung PY, Finer NN - Plasma lactate concentration as a predictor of death in neonates with severe hypoxemia requiring extracorporeal membrane oxygenation. *J Pediatr* 1994;125:763-8.
22. Siegel LB, Hauser GJ, Hertzog JH et al - Initial postoperative serum lactate predicts outcome in children after open heart surgery. *Crit Care Med* 1995;23:A205.
23. Duke T, Butt W, South M et al - Early markers of major adverse effects in children after cardiac operations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997;114:1042-52.
24. Muñoz R, Laussen PC, Palacio G et al - Changes in whole blood lactate levels during cardiopulmonary bypass for surgery for congenital heart disease: An early indicator of morbidity and mortality. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000;119:155-62.
25. Hatherill M, Sajjanhar T, Tibby SM et al - Serum lactate as a predictor of mortality after paediatric heart surgery. *Arch Dis Child* 1997;77:235-8.
26. Falk JL, Rackow EC, Leavy J et al - Delayed lactate clearance in patients surviving circulatory shock. *Acute Care* 1985;11:212-5.
27. Jenkins KJ, Newburger JW, Lock JE et al - In-hospital mortality for surgical repair of congenital heart defects: Preliminary observations of variation by hospital caseload. *Pediatr* 1995;95:323-30.
28. Pollack MM, Patel KM, Ruttiman UE. PRISM III: An updated pediatric risk of mortality score. *Crit. Care Med.* 1996; 24: 743-52.
29. Marshall JC. Multiple organ dysfunction score. *Crit. Care Med.* 1995; 23: 1638-52

Anexo I: CLASIFICACIÓN DE COMPLEJIDAD QUIRÚRGICA ²⁴:

Categoría I:

- Valvulotomía cerrada
- Septostomía atrial
- Reparación de defecto septal atrial
- Bandaje de la arteria pulmonar, cierre de conducto arterioso.
- Cortocircuito sistémico-pulmonar

Categoría II:

- Valvulotomía abierta
- Anilloplastia
- Infundibulectomía
- Resección de estenosis aórtica subvalvular
- Reparación de defecto septal ventricular
- Corrección de Tetralogía de Fallot
- Procedimientos de revisión

Categoría III:

- Recambio valvular
- Reparación de Conexión Anómala Total de Venas Pulmonares
- Reparación de Tronco arterioso
- Cortocircuito cavo-pulmonar (Glenn)
- Ventana aorto-pulmonar, reparación de grandes vasos

Categoría IV:

- Switch arterial
- Anastomosis cavo-pulmonar total (Fontan)
- Síndrome de corazón izquierdo hipoplásico

**Anexa II: PUNTAJE DE LA ESCALA DE DISFUNCIÓN ORGANICA MÚLTIPLE
(MODS)**

Sistema afectado	0	1	2	3	4
Hematológico (Plaquetas 1000/mm ³)	> 120	81-120	51-80	21-50	< 20
Respiratorio (PaO ₂ /FiO ₂)	> 300	226-300	151-225	76-150	< 75
Renal (Cr sérica mg/dl)	< 1.13	1.14-2.26	2.27-3.95	3.96-5.65	> 5.66
Hepático (BD mg/dl)	< 1.1	1.2-3.5	3.6-7	7.1-14	> 14
Cardio-vascular (PAR)	< 10	10.1-15	15.1-20	20.1-30	> 30
Neurológico (Glasgow)	15	13-14	10-12	7-9	< 6

Anexo III: PUNTAJE DE LA ESCALA PEDIÁTRICA DE RIESGO DE MORTALIDAD (PRISM III)²⁴

Signos vitales cardiovasculares y neurológicos

Presión arterial sistólica

	Puntos = 3	Puntos = 7
Neonato	40 – 55	< 40
Lactante	45 – 65	< 45
Niño	55 – 75	< 55
Adolescente	65 – 85	< 65

Frecuencia cardiaca

	Puntos = 3	Puntos = 4
Neonato	215 – 225	> 225
Lactante	215 – 225	> 225
Niño	185 – 75	> 205
Adolescente	145 – 155	> 155

Temperatura

	Puntos = 3
Todas edades	< 33°C o > 40°C

Reflejos pupilares

	Puntos = 7	Puntos = 11
Todas edades	Una fija	Ambas fijas Una reactiva

Estatus mental

	Puntos = 5
Todas edades	Glasgow < 8

Equilibrio ácido-base / Gasometría

Acidosis (TCO₂ o pH)

	Puntos = 2	Puntos = 6
Todas edades	pH 7.0 – 7.28 o TCO ₂ 5 – 16.9	pH < 7.0 o TCO ₂ < 5

TCO₂ (mmol/l)

	Puntos = 4
Todas edades	> 14.0

pH

	Puntos = 2	Puntos = 3
Todas edades	7.48 – 7.55	> 7.55

PaO₂ (mmHg)

	Puntos = 3	Puntos = 6
Todas edades	42.0 – 49.9	< 42.0

PCO₂ (mmHg)

	Puntos = 1	Puntos = 3
Todas edades	50.0 – 75.0	> 75.0

Pruebas bioquímicas

Glucemia

Puntos = 2
Todas edades > 200 mg/dl

Potasio (mmol/l)

Puntos = 3
Todas edades > 6.9

Creatinina (mg/dl)

Puntos = 2
Neonato > 0.85
Lactante > 0.90
Niño > 0.90
Adolesc. > 1.30

BUN (mg/dl)

Puntos = 3
Neonato > 11.9
Otras edades > 14.9

Pruebas hematológicas

Numero de leucocitos (células/mm³)

Puntos = 4
Todas edades < 3000

TP o TPT (segundos)

Neonato TP > 22.0 o TPT > 85.0
Otras edades TP > 22.0 o TPT > 57.0

Numero de plaquetas (células/mm³)

	Puntos = 2	Puntos = 4	Puntos = 5
Todas edades	100000 – 200000	50000 – 99000	< 50000

PUNTAJE TOTAL _____

Anexo IV: HOJA DE RECOLECCION DE DATOS

Reg.	F. Nac.	F. Ingr.	F. Egr.																					
DIAGNOSTICOS 1. _____ 2. _____ 3. _____		Peso kg Talla Sexo	Escor de complejidad quirúrgica																					
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Hrs</th> <th style="text-align: center;">Min</th> </tr> <tr> <td>T. Anestésico</td> <td style="text-align: center;">__ __</td> <td style="text-align: center;">__ __</td> </tr> <tr> <td>T. Quirúrgico</td> <td style="text-align: center;">__ __</td> <td style="text-align: center;">__ __</td> </tr> </table>			Hrs	Min	T. Anestésico	__ __	__ __	T. Quirúrgico	__ __	__ __	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Hrs</th> <th style="text-align: center;">Min</th> </tr> <tr> <td>T. CEC</td> <td style="text-align: center;">__ __</td> <td style="text-align: center;">__ __</td> </tr> <tr> <td>T. Paro circul.</td> <td style="text-align: center;">__ __</td> <td style="text-align: center;">__ __</td> </tr> <tr> <td>T. pinzam. Ao</td> <td style="text-align: center;">__ __</td> <td style="text-align: center;">__ __</td> </tr> </table>			Hrs	Min	T. CEC	__ __	__ __	T. Paro circul.	__ __	__ __	T. pinzam. Ao	__ __	__ __
	Hrs	Min																						
T. Anestésico	__ __	__ __																						
T. Quirúrgico	__ __	__ __																						
	Hrs	Min																						
T. CEC	__ __	__ __																						
T. Paro circul.	__ __	__ __																						
T. pinzam. Ao	__ __	__ __																						
Temp. Min durante la CEC __ __		# Desfibrilaciones al salir de CEC __ __																						

PRE / INTRAOPERATORIO

<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">FC</td> <td style="width: 10%;">min</td> <td style="width: 10%;">__</td> <td style="width: 10%;">__</td> <td style="width: 10%;">__</td> <td style="width: 10%;">__</td> </tr> <tr> <td></td> <td>max</td> <td>__</td> <td>__</td> <td>__</td> <td>__</td> </tr> <tr> <td>TAM</td> <td>min</td> <td>__</td> <td>__</td> <td>__</td> <td>__</td> </tr> <tr> <td></td> <td>max</td> <td>__</td> <td>__</td> <td>__</td> <td>__</td> </tr> <tr> <td>PVC</td> <td>min</td> <td>__</td> <td>__</td> <td>__</td> <td>__</td> </tr> <tr> <td></td> <td>max</td> <td>__</td> <td>__</td> <td>__</td> <td>__</td> </tr> </table>	FC	min	__	__	__	__		max	__	__	__	__	TAM	min	__	__	__	__		max	__	__	__	__	PVC	min	__	__	__	__		max	__	__	__	__	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">BH (ml)</td> <td style="width: 10%;">__</td> <td style="width: 10%;">__</td> <td style="width: 10%;">__</td> </tr> <tr> <td>DH</td> <td>__</td> <td>__</td> <td>__</td> </tr> <tr> <td>SatvO2</td> <td>min</td> <td>__</td> <td>__</td> </tr> <tr> <td></td> <td>max</td> <td>__</td> <td>__</td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td>min</td> <td>__</td> <td>__</td> </tr> <tr> <td></td> <td>max</td> <td>__</td> <td>__</td> </tr> <tr> <td>EB</td> <td>min</td> <td>__</td> <td>__</td> </tr> <tr> <td></td> <td>max</td> <td>__</td> <td>__</td> </tr> <tr> <td>Lactato</td> <td>min</td> <td>__</td> <td>__</td> </tr> <tr> <td></td> <td>max</td> <td>__</td> <td>__</td> </tr> <tr> <td>Glucemia</td> <td>max</td> <td>__</td> <td>__</td> </tr> <tr> <td>BRT/d preop/max</td> <td>__</td> <td>__</td> <td>__</td> </tr> <tr> <td>Creat. preop/max</td> <td>__</td> <td>__</td> <td>__</td> </tr> <tr> <td>Pla. preop/min</td> <td>__</td> <td>__</td> <td>__</td> </tr> <tr> <td>TP/TPT preop</td> <td>__</td> <td>__</td> <td>__</td> </tr> <tr> <td>Leucos preop/max</td> <td>__</td> <td>__</td> <td>__</td> </tr> <tr> <td>K+ preop/max</td> <td>__</td> <td>__</td> <td>__</td> </tr> </table>	BH (ml)	__	__	__	DH	__	__	__	SatvO2	min	__	__		max	__	__	pH	min	__	__		max	__	__	EB	min	__	__		max	__	__	Lactato	min	__	__		max	__	__	Glucemia	max	__	__	BRT/d preop/max	__	__	__	Creat. preop/max	__	__	__	Pla. preop/min	__	__	__	TP/TPT preop	__	__	__	Leucos preop/max	__	__	__	K+ preop/max	__	__	__
FC	min	__	__	__	__																																																																																																				
	max	__	__	__	__																																																																																																				
TAM	min	__	__	__	__																																																																																																				
	max	__	__	__	__																																																																																																				
PVC	min	__	__	__	__																																																																																																				
	max	__	__	__	__																																																																																																				
BH (ml)	__	__	__																																																																																																						
DH	__	__	__																																																																																																						
SatvO2	min	__	__																																																																																																						
	max	__	__																																																																																																						
pH	min	__	__																																																																																																						
	max	__	__																																																																																																						
EB	min	__	__																																																																																																						
	max	__	__																																																																																																						
Lactato	min	__	__																																																																																																						
	max	__	__																																																																																																						
Glucemia	max	__	__																																																																																																						
BRT/d preop/max	__	__	__																																																																																																						
Creat. preop/max	__	__	__																																																																																																						
Pla. preop/min	__	__	__																																																																																																						
TP/TPT preop	__	__	__																																																																																																						
Leucos preop/max	__	__	__																																																																																																						
K+ preop/max	__	__	__																																																																																																						
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Sangrado</td> <td style="width: 10%;">__</td> <td style="width: 10%;">__</td> <td style="width: 10%;">ml</td> </tr> <tr> <td>Paro cardiaco</td> <td>si</td> <td>__</td> <td></td> </tr> <tr> <td>post CEC</td> <td>no</td> <td>__</td> <td></td> </tr> </table>	Sangrado	__	__	ml	Paro cardiaco	si	__		post CEC	no	__																																																																																														
Sangrado	__	__	ml																																																																																																						
Paro cardiaco	si	__																																																																																																							
post CEC	no	__																																																																																																							
Aminas en Qx																																																																																																									

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS **EN LA UTIP**

	Ingreso	6 hrs	12 hrs	24 hrs	48 hrs
Temp	— . —	— . —	— . —	— . —	— . —
DH (ml/kg/hr)	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
FC	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
PAM	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
PAS	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
PVC	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
PAR	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
PaO ₂	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
Kirby	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
PaCO ₂	— . —	— . —	— . —	— . —	— . —
TCO ₂	— . —	— . —	— . —	— . —	— . —
Pla _q (x 1000/mm ³)	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
Leucos (x 1000/mm ³)	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
TP/TPT (seg)	— / —	— / —	— / —	— / —	— / —
Creat (mg/dl)	— . —	— . —	— . —	— . —	— . —
BUN	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
BRt/d (mg/dl)	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
pH arterial	— . —	— . —	— . —	— . —	— . —
EB arterial	— . —	— . —	— . —	— . —	— . —
Lactato arterial	— . —	— . —	— . —	— . —	— . —
Glucemia arterial	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
K+	— . —	— . —	— . —	— . —	— . —
SatvO ₂	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
MODS	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
PRISM	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
Aminas/Vasodilatadores	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
	— . —	— . —	— . —	— . —	— . —
	— . —	— . —	— . —	— . —	— . —
	— . —	— . —	— . —	— . —	— . —
	— . —	— . —	— . —	— . —	— . —

Duración IOT (hrs) —

Paro CR	si	—
	no	—
Sangrado	si	—
	ml	no

Complicaciones postoperatorias

Alter. ritmo	si	—
	no	—
FOM	si	no
Muerte	si	no

Reabr. torax	si	—
	no	—
Infartos	si	—
	no	—

Anexo V: CARTA DE AUTORIZACION Y CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título: "Lactato - índice pronóstico de morbilidad y mortalidad en pacientes postoperados de cardiopatías congénitas"

Investigador principal: Dra. Tatiana Ciomartan

Investigadores asociados: Dra. Lourdes Marroquín Yañez

Dr. Victor Olivar López

Dr. Sergio Ruiz González

Dr. Alejandro Bolio

Dr. Octavio Herrera

Por medio de esta carta mi hijo/a y yo aceptamos participar en el estudio "Lactato - índice pronóstico de morbilidad y mortalidad en pacientes postoperados de cardiopatías congénitas" el cuyo responsable principal es la Dra. Tatiana Ciomartan.

Se me ha informado que el lactato es una sustancia que se encuentra en la sangre de cualquier persona la cual ofrece información a los médicos sobre la circulación de la sangre a través de los vasos, aspecto que tiene particular importancia en pacientes operados de enfermedades cardiacas congénitas.

Entiendo que el objetivo del presente estudio, que se esta llevando a cabo en la Unidad de Terapia Intensiva Quirúrgica del Hospital Infantil de México "Federico Gómez", es examinar si el elevado del lactato en la sangre arterial puede ser utilizado para predecir el riesgo más alto de complicaciones y muerte en este tipo de pacientes.

Se me ha explicado que, como no se trata de un estudio intervencional, sino de uno observacional, mi hijo/a no corre ningún riesgo correlacionado con algún tratamiento.

Se me ha asegurado que el estudio no interfiere con la vida privada de mi hijo/a, o de nosotros padres o familiares y que no modifica ni modificará su condición social.

Mi hijo/a podrá salir del estudio en cualquier momento sin que esto afecte la calidad de su atención medica en el Hospital Infantil "Federico Gómez".

Quiero asentar que se me han explicado y he entendido todos los aspectos con relación a este estudio.

Nombre y firma del padre o tutor _____

Nombre del paciente _____

Registro _____

Fecha _____

Para cualquier aclaración, favor de contactar

Dra. Tatiana Ciomartan - UTIP, HIM _____

Tel: 5228-9917 ext 1347