



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

TRASTORNOS ACIDO BASE EN UNA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIATRICA DE BOGOTÁ

Pablo Vásquez Hoyos

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de medicina, Departamento de Pediatría
Bogotá, Colombia
2012

Trastornos acido base en una unidad de cuidados intensivos pediátrica de Bogotá

Pablo Vásquez Hoyos

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título
de:

Especialista en cuidado intensivo pediátrico

Director:

Doctor Luis Carlos Maya Hijuelos

Línea de Investigación:

Trastornos acido base en cuidado intensivo pediátrico

Grupo de Investigación:

Cuidado intensivo pediátrico

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de medicina, Departamento de Pediatría

Bogotá, Colombia

2012

Resumen

Objetivo: Describir la frecuencia de presentación de los trastornos ácido base en una unidad de cuidado intensivo pediátrico de la ciudad de Bogotá utilizando 3 métodos de análisis ampliamente reconocidos. Población: Pacientes pediátricos hospitalizados entre febrero y abril de 2001, por más de 24 horas en la unidad de cuidado intensivo del hospital entre el periodo a estudio. Método: Se recoge de manera sistemática prospectiva todo paciente que ingresa a la unidad, se hacen laboratorios de ingreso y seguimiento de su equilibrio ácido-base desde su ingreso y 3 veces por semana. Se estima las frecuencias de cada trastorno por el método de Boston, el método de Copenhague y el método fisicoquímico de Stewart. Resultados: 120 ingresos con un total de 289 muestras, encontrando una frecuencia alta de acidosis respiratoria, una frecuencia más alta de acidosis metabólica al ingreso y alcalosis metabólica durante la evolución de los cuadros y estas diferencias se observaron con los 2 métodos. El método de Stewart no aportó información adicional.

Palabras clave: Desequilibrio Ácido-Base, Unidades de Cuidado Intensivo Pediátrico.

Abstract

Objective: To describe the frequency of occurrence of acid base disorders in a pediatric intensive care unit in Bogotá using 3 widely recognized methods of analysis. **Population:** Pediatric patients hospitalized between February and April 2001 more than 24 hours in the intensive care unit of the hospital between the study periods. **Methods:** We prospectively collected systematically every patient who enter the unit, laboratories are withdrawn from admission to 3 times per week. Frequencies are estimated for each condition by the Boston method, the Copenhagen method and (Stewart) the physicochemical. **Results:** 120 patients and a total of 289 samples were collected. We found a high frequency of respiratory acidosis, a high frequency of metabolic acidosis and metabolic alkalosis at arrival and follow up respectively, and these differences were observed with the 2 methods. Stewart's method did not provide additional information.

Keywords: Acid-Base Imbalance, Intensive Care Units, Pediatric

Contenido

	Pág.
Resumen	I
Abstract.....	II
Introducción	1
1. Marco Teórico.....	2
2. Objetivos.....	5
3. Justificación	6
4. Materiales y Métodos	7
5. Aspectos éticos.....	14
6. Resultados.....	14
7. Discusión y conclusiones	23
8. Bibliografía	26

Introducción

En los últimos años se discute mucho la interpretación de los distintos trastornos ácido base que aparecen con frecuencia en las unidades de cuidado intensivo, y se desarrollan nuevos métodos y teorías en cuanto a su diagnóstico, algunas más confusas que otras. Sin embargo es poco lo que se conoce de la prevalencia de estos trastornos y de su impacto real en los desenlaces importantes del cuidado intensivo como son mortalidad, estancia hospitalaria, o más recientemente índices de severidad como PRISM y PELOD.

El grupo de cuidado intensivo pediátrico de la Universidad Nacional de Colombia está interesado en iniciar una línea de investigación en este tema de los trastornos ácido base en pediatría, específicamente en las unidades de cuidado intensivo pediátrico para lo cual hemos decidido iniciar este trabajo de describir la frecuencia de aparición de estos trastornos y su relación con escalas de severidad y otras variables demográficas con edad y sexo con miras a desarrollar estudios específicos adicionales y probar algunas de las hipótesis que se manejan en el grupo. De ahí la importancia de este estudio inicial.

Con miras a este objetivo describiremos la frecuencia de estos trastornos en la unidad con miras a desarrollar una recolección sistemática prospectiva de esta información para garantizar la calidad de los datos obtenidos.

1. Marco Teórico

El estudio del equilibrio acido base en el paciente crítico ha sido desde hace muchos años pilar fundamental del análisis fisiológico de los pacientes. Desde la época en que Lawrence Henderson y Karl A Hasselbalch a principios de siglo 20 describen su teoría del equilibrio entre la presión parcial de dióxido de carbono (PCO_2) el bicarbonato (HCO_3) y los hidrogeniones describiendo 4 grandes categorías que se usan actualmente: las acidosis respiratoria y metabólica y las alcalosis respiratorias y metabólicas. (1)

Los problemas respiratorios en el equilibrio acido base basados en la PCO_2 siempre han tenido buena aceptación en la comunidad científica, sin embargo los problemas metabólicos han sido más difíciles de digerir.

Debido a la dificultad de intentar unificar la manera de aproximarse al diagnóstico y cuantificación de los problemas metabólicos, en Dinamarca surge la teoría de lo que se llama actualmente la base exceso por el doctor Ole Siggaard-Andersen y su grupo argumentando que esta técnica lograba precisar más exactamente el componente de la acidosis que no dependía de la PCO_2 . Desafortunadamente su reproducción in vivo no fue del todo cierta y no fue sino hasta hace 15 años que se cambió la medición para incluir al espacio extracelular total y se denominó base exceso estándar (SBE) que hasta el momento ha demostrado tener mejor aceptación en el gremio como marcador independiente de problemas metabólicos. (1)

Simultáneamente aparece otra corriente teórica liderada por el doctor Peter Stewart que introduce basado en leyes físico químicas clásicas conceptos sobre el papel del agua en el equilibrio de disociación de la concentración de hidrogeniones en solución planteando una nueva forma de aproximarse a los problemas metabólicos de tal manera que se logra subdividir los componentes metabólicos en más tipos según la etiología. Bajo este grupo

aparece el concepto de diferencia de iones fuertes (DIF) y aniones débiles no medibles.(1)

Toda esta variedad de propuestas y aproximación diferentes ha llevado a una gran confusión en el gremio médico, causando que hasta el momento no exista un consenso claro en la orientación y clasificación de estos trastornos por lo cual el comportamiento epidemiológico con es la prevalencia e incidencia o su impacto en desenlaces clínicamente relevantes como son la mortalidad no han sido muy estudiados. (2)

Sin embargo existen algunas aproximaciones al problema. El doctor Durward en Londres con su grupo es una de ellas. (3) Ellos realizan un análisis del comportamiento ácido base en una unidad pediátrica con 282 lactantes. Ellos dividieron los resultados en 2 grupos para su comparación. El primero fueron las muestras con acidosis metabólica con brecha de iones fuertes normal y la otra acidosis metabólica con brecha de iones fuertes alta. Encontraron de manera global una prevalencia de acidosis (definida como bicarbonato menor a 22) de 45.7%. De estos un 50% tenían una brecha de ion fuerte alta indicando un problema en aniones no medibles. La mitad de ellos con lactatos elevados que explicaban el hallazgo. Aunque es una aproximación inicial este estudio no menciona otros tipos de trastornos distintos a la acidosis metabólica como tampoco intenta correlacionar sus hallazgos con alguna variable clínicamente relevante.

Otro grupo liderado por el doctor Balasubramanyan (4) en Milwaukee intenta comparar 3 formas de aproximación trastornos metabólicos (Base exceso, brecha aniónica y base exceso ajustada por método de Stewart) y su relación con lactato y mortalidad en una cohorte retrospectiva 255 pacientes pediátricos en cuidado crítico. Realizando un análisis de regresión logística encuentran que el componente de la base exceso atribuible a aniones no medibles tuvo la mejor correlación con mortalidad aunque el modelo tuvo mayor precisión se incluía la base exceso total al parecer debido a la baja habilidad de los aniones no medibles para detectar mortalidad en pacientes con alcalosis metabólica. Este estudio fue limitado debido a su carácter retrospectivo.

En conclusión podemos ver que aunque se han hecho algunas aproximaciones a entender la epidemiológica de estos trastornos en la unidad de cuidado intensivo

pediátrico, la dificultad de unificación de conceptos y la tendencia a solo valorar el impacto de la acidosis metabólica como predictor de mortalidad ha hecho que desconozcamos más acerca del impacto real de conocer el estado ácido base en su conjunto completo.

2. Objetivos

2.1 General

Describir la frecuencia de aparición de los trastornos ácido base en la unidad de cuidado intensivo de la Fundación Hospital de la Misericordia de Bogotá en pacientes con ingresos superiores a 24 horas y que tienen accesos vasculares centrales o líneas arteriales para toma de muestras.

2.2 Específicos

Las Medir y estimar la frecuencia de aparición de trastornos ácido base por el método de Boston, el de Copenhague y el método fisicoquímico de Stewart-Fencl.

Comparar la frecuencia de estos trastornos con base en el momento de recolección de las muestras

Describir las características demográficas de los pacientes de donde se obtuvo las muestras.

3. Justificación

Los trastornos acido base son frecuentes en el cuidado crítico. Su diagnóstico preciso ha sido objeto de gran controversia en los últimos 100 años. Se cree que al tratar de precisar con más exactitud el desorden predominante y aproximarse a una clasificación etiológica podemos abordar mejor a nuestros pacientes en vez de intentar simplemente corregir el trastorno encontrado. Sin embargo la incidencia o prevalencia de estos trastornos en las unidades de cuidado intensivo y aún más en las unidades pediátricas es desconocido como también lo es la relación de estos trastornos con los desenlaces clínicos de interés como la mortalidad en la unidad y a su egreso.

La razón por la cual no tenemos aún esta información no es clara. Dentro de las principales hipótesis se encuentra la gran dificultad de clasificación de estos trastornos y sus diferentes corrientes que aunque técnicamente diferentes creemos que llevan a las mismas conclusiones algunas un poco más meticulosas que otras pero por ningún motivo mutuamente excluyente.

Con esto en mente decidimos desarrollar una primera descripción de la incidencia de estos trastornos e iniciar una exploración de su asociación con medidas de desenlace intermedio como son las escalas pronosticas. Esto con el fin de desarrollar una línea de investigación orientada a estudiar el impacto clínico de estos trastornos en la población crítica pediátrica.

4. Materiales y Métodos

4.1 Tipo de estudio

Estudio observacional prospectivo longitudinal descriptivo anidado en una cohorte prospectiva.

4.2 Población

- La población de referencia son pacientes en edad pediátrica que son ingresados por su severidad en una unidad de cuidado intensivo pediátrico.
- La población blanco son pacientes en la unidad de cuidado intensivo pediátrico de la ciudad de la Fundación Hospital de la Misericordia en Bogotá que provee cuidado crítico a niños entre 1 mes y 18 años.
- La población elegible son pacientes de la población blanco que cumplan los criterios de inclusión y exclusión.

4.3 Criterios inclusión

Pacientes pediátricos de la unidad de cuidado intensivo de la Fundación Hospital de la Misericordia que sean ingresados por un periodo mayor a 24 horas.

4.4 Criterios exclusión

Paciente ingresado sin acceso venoso central o arterial a su ingreso que impida la toma de laboratorios de rutina.

4.5 Tamaño de la muestra

En vista de la poca información acerca de la frecuencia de los trastornos acido-base en la unidad de cuidados intensivos, se decidió limitar el tamaño de muestra a un periodo de recolección de 3 meses. Se calcula un promedio mensual de ingresos a la unidad de 30 pacientes con una estancia promedio de 5 días. Esto implica un total de 250 valoraciones del equilibrio acido-base.

4.6 Variables

Tabla 4-1: Descripción de las variables utilizadas.

NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICION OPERATIVA	TIPO	NIVEL OPERATIVO
Sexo	Condición fenotípica que diferencia hombre y mujer registrada en la historia clínica	Cualitativa nominal	Femenino (0) Masculino (1)
Edad	Edad en meses cumplidos al momento del ingreso registrada en la historia clínica	Cuantitativa continua	Meses cumplidos
Días de estancia UCIP	Tiempo en días cumplido desde el ingreso a la unidad hasta el egreso de la unidad por mejoría o muerte del paciente. Se toma sustrayendo la fecha de ingreso a la fecha de egreso registrada en la historia clínica	Cualitativa continua	Días de estancia
Criterio de ingreso	Causa por la cual el paciente ingresa a la unidad de cuidado intensivo. Registrada en la historia clínica	Cualitativa nominal	Falla ventilatoria(1) Choque(2) POP alto riesgo(3) Alteración conciencia(4) Emergencia hipertensiva(5) Urgencia dialítica(6) Sangrado o trauma(7) Insuficiencia hepática(8) Otra(9)
Comorbilidad	Diagnóstico previo al ingreso registrado en la historia clínica de enfermedad crónica	Cualitativa nominal	Respiratoria(1) Hematológica(2) Neurológica(3) Renal(4) Cardiaca(5) Hepática(6)

NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICION OPERATIVA	TIPO	NIVEL OPERATIVO
			Inmunológica(7) Otra(8)
Mortalidad UCIP	Fallecimiento del paciente durante su estancia en la unidad registrada en la historia clínica.	Cualitativa nominal	Si (1) No (0)
Fuente de toma	Tipo de sangre tomada para realizar el gas registrado por servicio de enfermería en la máquina de gases	Cualitativa nominal	Arteria (0) Venoso central (1) Venoso mixto (2)
Momento de toma	Describe si fue tomada al ingreso o durante los siguientes días de seguimiento	Cualitativa nominal	Ingreso (0) Evolución (1)
pH	Valor registrado en la historia clínica de gases	Cuantitativa continua	Valor
PCO2	Valor registrado en la historia clínica de gases	Cuantitativa continua	Valor
Bicarbonato (HCO3)	Valor registrado en la historia clínica de gases	Cuantitativa continua	Valor
Base exceso estándar (sBE)	Valor registrado en la historia clínica de gases	Cuantitativa continua	Valor
Lactato	Valor registrado en la historia clínica de gases	Cuantitativa continua	Valor
Sodio (Na)	Valor registrado en la historia clínica de gases	Cuantitativa continua	Valor
Potasio (K)	Valor registrado en la historia clínica de gases	Cuantitativa continua	Valor
Cloro (Cl)	Valor registrado en la historia clínica de gases	Cuantitativa continua	Valor
Albúmina	Valor registrado en la historia clínica en el día de toma de los gases	Cuantitativa continua	Valor
Fosfato	Valor registrado en la historia clínica en el día de toma de los gases	Cuantitativa continua	Valor
Gas normal	Valor de pH entre 7,35 a 7,45 con PCO2 entre 38 y 42 con Bicarbonato entre 22 y 26.	Cualitativa nominal	Si (1) No (0)
Acidosis respiratoria	Valor de pH menor a 7,40 en presencia de PCO2 mayor a 42	Cualitativa nominal	Si (1) No (0)
Acidosis metabólica	Valor de pH menor a 7,40 en presencia de PCO2 menor de 40	Cualitativa nominal	Si (1) No (0)
Alcalosis respiratoria	Valor de pH mayor a 7,40 en presencia de PCO2	Cualitativa nominal	Si (1) No (0)

NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICION OPERATIVA	TIPO	NIVEL OPERATIVO
	menor a 40		
Alcalosis metabólica	Valor de pH mayor a 7,40 en presencia de PCO ₂ mayor de 40	Cualitativa Nominal	Si (1) No (0)
Delta de pH	Trastorno primario respiratorio en el cual la diferencia entre pH ideal y pH actual	Cuantitativa continua	Valor
Tiempo trastornos respiratorios	Delta de pH: Agudo mayor 0.5; Crónico menor de 0.5	Cualitativa Nominal	Aguda (1) Crónica (2)
Trastorno mixto	No cumple ninguna de las definiciones de Acidosis y alcalosis	Cualitativa Nominal	Si (1) No (0)
DIFa (Diferencia iones fuertes)	Valor calculado a partir de gases así: Na + K - Cl	Cuantitativa continua	Valor
AG (Brecha aniónica)	Valor calculado a partir de gases así: Na + K - Cl - HCO ₃	Cuantitativa continua	Valor
FC	Valor extremo en las primeras 24 horas del ingreso registrado en la historia clínica	Cuantitativa continua	Valor
Inotrópicos	Requerimiento de soporte inotrópico en las primeras 24 horas del ingreso registrado en la historia clínica	Cualitativa nominal	Si (1) No (0)
Glasgow bajo	Valor de Glasgow menor a 8 en las primeras 24 horas sin sedación (en caso de sedación asumir normal)	Cualitativa nominal	Si (1) No (0)
TGO	Valor extremo en las primeras 24 horas del ingreso registrado en la historia clínica	Cuantitativa continua	Valor
Presión arterial sistólica	Valor extremo en las primeras 24 horas del ingreso registrado en la historia clínica	Cuantitativa continua	Valor
Pupilas fijas	Ausencia de reactividad de ambas pupilas a la luz	Cualitativa nominal	Si (1) No (0)
PT	Valor extremo en las primeras 24 horas del ingreso registrado en la historia clínica	Cuantitativa continua	Valor
PaO ₂	Valor extremo en las primeras 24 horas del ingreso registrado en la	Cuantitativa continua	Valor

NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICION OPERATIVA	TIPO	NIVEL OPERATIVO
	historia clínica		
FiO2	Fracción inspirada de oxígeno durante el la cual se toma la muestra de PaO2	Cuantitativa continua	Valor
Leucocitos	Valor extremo en las primeras 24 horas del ingreso registrado en la historia clínica	Cuantitativa continua	Valor
Plaquetas	Valor extremo en las primeras 24 horas del ingreso registrado en la historia clínica	Cuantitativa continua	Valor
Ventilación mecánica ingreso	Presencia de ventilación mecánica en las primeras 24 horas del ingreso	Cualitativa nominal	Si (1) No (0)
Creatinina	Valor extremo en las primeras 24 horas del ingreso registrado en la historia clínica	Cuantitativa continua	Valor
BUN	Valor extremo en las primeras 24 horas del ingreso registrado en la historia clínica	Cuantitativa continua	Valor
Temperatura	Valor extremo en las primeras 24 horas del ingreso registrado en la historia clínica	Cuantitativa continua	Valor
Glucosa	Valor extremo en las primeras 24 horas del ingreso registrado en la historia clínica	Cuantitativa continua	Valor
Puntaje PRISM III	Valor obtenido luego de realizar la escala con las variables recogidas	Cuantitativa continua	Valor
Puntaje PELOD	Valor obtenido luego de realizar la escala con las variables recogidas	Cuantitativa continua	Valor

4.7 Recolección

Se realiza la recolección a partir de 1 febrero de 2011, todo ingreso mayor de 24 horas con accesos vasculares apropiados fue reclutado. Se recolecto las variables demográficas y se tomaron laboratorios de rutina de donde se extrajo la información para escalas de riesgo el día del ingreso. Los gases arteriales fueron tomados según

preferencia médica en una jeringa pre heparinizadas para evitar alteraciones de electrolitos. Se recolectaron gases de evolución los días lunes, miércoles y viernes hasta completar 4 muestras o cuando el paciente no tenía acceso venoso central o arterial o hasta el egreso si fue menor. Las fichas fueron recogidas y verificadas por los investigadores y en casos de inconsistencias se completa la información con los datos de historia clínica. La base de datos fue construida con las fichas en una base Excel que fue revisada por el investigador principal y se corrigieron inconsistencias. Se crearon fórmulas para la clasificación sistemática de los trastornos para los 3 métodos de análisis con ayuda de fórmulas previamente publicadas. (5)

4.8 Definiciones y formulas

Paciente Gas normal:

Si pH entre 7.35 y 7.45 con PCO₂ entre 38 y 42, HCO₃ entre 22 y 26.

4.8.1 Método Boston

Acidosis respiratoria: pH Menor de 7.40 con PCO₂ mayor a 40.

Aguda: Delta pH mayor a 0.5 Compensada: 1 HCO₃: 10 PCO₂ +/- 2

Crónica: Delta pH menor de 0.5 Compensada: 3 HCO₃: 10 PCO₂ +/- 2

Acidosis mixta: HCO₃ menor de esperado por compensación

Alcalosis metabólica asociada: HCO₃ mayor de esperado por compensación

Alcalosis respiratoria: pH mayor de 7.40 con PCO₂ menor a 40.

Aguda: Delta pH mayor a 0.5 Compensada: 2 HCO₃: 10 PCO₂ +/- 2

Crónica: Delta pH menor de 0.5 Compensada: 5 HCO₃: 10 PCO₂ +/- 2

Alcalosis mixta: HCO₃ mayor de esperado por compensación

Acidosis metabólica asociada: HCO₃ menor de esperado por compensación

Acidosis metabólica: pH menor de 7.40 con PCO₂ menor de 40.

Compensada: PCO₂ esperado = HCO₂*1.5 + 8 +/- 2

Acidosis mixta: PCO₂ mayor que el esperado por compensación.

Alcalosis respiratoria asociada: PCO₂ menor del esperado por compensación.

Alcalosis metabólica: pH mayor de 7.40 con PCO₂ mayor de 40.

Compensada: PCO₂ esperado = HCO₂*0.9 + 16 +/- 2

Alcalosis mixta: PCO₂ menor que el esperado por compensación.

Acidosis respiratoria asociada: PCO₂ mayor del esperado por compensación.

Brecha aniónica (AG): Sodio – Cloro – Bicarbonato

Brecha aniónica corregida: AG + (2.5*(4-Albúmina))

4.8.2 Método Copenhague

Base exceso estándar: Calculada por la máquina de gases usando la fórmula de Van Slyke(5)

Positiva: Mayor a [+2] Negativa: Menor a [-2]

Acidosis/Alcalosis respiratoria aguda: Cambio en PCO₂ no cambio sBE +/- 2

Acidosis respiratoria crónica: Cambio en PCO₂ *0.4= Cambio en sBE +/- 2

Acidosis metabólica: Cambio en PCO₂ cambia sBE +/- 2

Alcalosis metabólica: Cambio en PCO₂ cambia sBE *0.6 +/- 2

4.8.3 Método fisicoquímico Stewart-fencI

Diferencia de iones fuertes aparente (DIFa): Sodio + Potasio – Cloro

Diferencia de iones fuertes efectiva (DIFe): Bicarbonato + [Albúmina*0.123 *(pH-0.631)] + [Fosfato/10*(pH-0.47)]

Brecha en diferencia de iones fuertes (SIG): DIFa-DIFe

4.9 Plan de análisis estadístico

Luego de verificar datos extremos o faltantes en la base de datos Excel se pasa a un programa estadístico STATA 11. Inicialmente se realiza un análisis descriptivo de todas las variables mediante promedios para variables nominales, medias y desviaciones

estándar o medianas y rangos intercuartiles para variables continuas según la naturaleza de la variable y su distribución. Posteriormente se procede a realizar un análisis de tipos de trastorno acido-base descrito y estratificaciones según la naturaleza de las variables con proporciones, medias o mediana. Los datos son presentados en tablas y gráficas según amerite la variable. Se hace comparación mediante análisis univariado con Ji cuadrado (Pearson) para proporciones, prueba T de medias con varianza igual (Student) y regresión logística univariado

5. Aspectos éticos

Siguiendo los lineamiento éticos enumerados en la declaración de Helsinki y en particular para Colombia la resolución 8430 de 1993 que reglamenta la investigación en salud consideramos que dentro su clasificación la investigación a realizar se categoriza como una investigación sin riesgo.

Se solicita al comité de ética de la institución al igual que al comité de ética de la universidad nacional de Colombia permiso para no hacer consentimiento informado.

6. Resultados

Se realizó la recolección de datos entre los meses de febrero a abril del año 2011. Durante este periodo se recolecto información de 120 ingresos a la unidad, a los cuales se recogieron un total de 289 muestras. La Tabla 6-1 muestra las principales

características demográficas de los ingresos incluyendo agrupación por diagnóstico, comorbilidades y clasificación de riesgo de mortalidad PRISM III y PELOD. En este grupo se evidencia una mayoría masculina (59%) con edad media de 20 meses con una estancia promedio de 6 días y mortalidad de 12.5%. El diagnóstico más frecuente fue la falla ventilatoria (45.8%) seguida de choque (17.5%) y cuidados postoperatorios de alto riesgo (23.3%). La mayoría de los ingresos no presentan ninguna comorbilidad (39.2%), siendo la más frecuente la respiratoria (20.8%). Un porcentaje importante de ingresos requirieron soporte ventilatorio (68.33%) y/o inotrópico (28.33%).

Tabla 6-1: Características demográficas de los ingresos (n=120).

Sexo (masculino n, %)	71	59.2%
Edad (meses, Me, RIQ)	20	6-67.5
Criterio de ingreso (n, %)		
Falla ventilatoria	55	45.8%
Choque	21	17.5%
Postoperatorio alto riesgo	28	23.3%
Otros	16	13.3%
Comorbilidades (n, %)		
Ninguna	47	39.2%
Respiratoria	25	20.8%
Otras	48	40.0%
Inotrópico (n, %)	34	28.33%
Ventilación (n, %)	82	68.33%
Estancia UCIP (días Me, RIQ)	6	3-11
PRISM III (Puntaje X, DS)	4.85	4.59
PELOD (Puntaje Me, RIQ)	11	1-12
Mortalidad (n, %)	15	12.5%
<i>X=Media, DS=Desviación estándar, Me=Mediana RIQ=Rango intercuartil; sBE base exceso estándar</i>		

Las escalas de mortalidad PELOD y PRIM III presentan puntajes bajos y no reflejan la mortalidad observada (12.5%) y la esperada (PELOD 11=1.3%) aunque si se observa una asociación fuerte entre puntajes y mortalidad (Tabla 6-2)

Tabla 6-2: Puntajes PRISM III y PELOD en fallecidos vs supervivientes

Me/RIQ**	Fallecidos (n=15)	Supervivientes (n=105)	p*
PRISM III	8 (4-13)	3 (1-6)	0.0015
PELOD	21 (11-22)	10 (1-12)	0.0002
<i>*prueba de Mann-Whitney</i>			
<i>**Me=mediana; RIQ=rangos intercuartiles</i>			

6.1 Equilibrio acido base medido

La Tabla 6-3 muestra las principales variables medidas y/o calculadas por el equipo de gases o el laboratorio en las 289 muestras analizadas. Se observa que el 58.48% de los gases son de seguimiento, mientras que el 41.52% fueron al ingreso. El 62.63% de los gases tomados fueron arteriales. Se observa que el pH promedio se encuentra en rangos normales (pH media 7.362+/-0.01) con rangos de PCO₂ (media 49.1+/-13.7 mmHg) y HCO₃ (media 27.3+/-7 mmol/L) que sugieren trastornos de hipercapnia con compensación metabólica. Dentro de los electrolitos y otros ácidos se evidencia principalmente albúminas bajas (3.29+/-0.72mg/dL) mientras los otros se mantienen en rangos de normalidad.

Tabla 6-3: Características medidas en total de muestras analizadas (n=289)

Gases al ingreso (n, %)	120	41.52%
Gases durante evolución (n, %)	169	58.48%
Arteriales (n, %)	181	62.63%
Venosos centrales (n, %)	108	37.37%
pH (X, DS)	7.362	0.01
PO ₂ art/PO ₂ ven (mmHg X, DS)	84/39	30/7
PaO ₂ /FiO ₂ (Me, RIQ) *	169	116-249
PCO ₂ (mmHg, X, DS)	49.1	13.7
HCO ₃ (mmol/L X, DS)	27.3	7
sBE (X, DS)	2.3	7.2
Sodio (mmol/L X, DS)	137	6.4
Potasio (mmol/L X, DS)	3.63	0.63
Cloro (mmol/L X, DS)	106.5	8.8
Albúmina (mg/dL X, DS)**	3.29	0.72
Fosfato (mmol/L X, DS)**	3.9	1.34
Lactato (mmol/L X, DS)	1.55	1.40
*Solo arteriales; ** 40 Datos faltantes; X=Media, DS=Desviación estándar, Me=Mediana RIQ=Rango intercuartil; sBE base exceso estándar		

En la Tabla 6-4 se compara los parámetros medidos en estas muestras en relación con el momento de su toma dividiendo a las muestras tomadas durante el ingreso con las demás. Se observa diferencias clínica y estadísticamente significativas en valores de pH observando que el grupo de ingreso presenta pH más ácido (media de ingreso 7.312+/-

0.11 vs media de evolución 7.398 \pm 0.1 p <0.0001), con PCO₂ similares (media de ingreso 47 \pm 15 vs media de evolución 50.4 \pm 12 p =0.054) pero con bicarbonato más bajo (media de ingreso 23.2 \pm 5.6 vs media de evolución 30.3 \pm 6.4 p <0.0001), Cloro más alto (media de ingreso 110.3 \pm 7 vs media de evolución 103.8 \pm 9 p <0.0001), Albúmina más baja (media de ingreso 3.06 \pm 0.68 vs media de evolución 3.42 \pm 0.71 p =0.001) y Fosfatos más altos (media de ingreso 4.2 \pm 1.45 vs media de evolución 3.7 \pm 1.26 p =0.0031). No se evidencian cambios en Sodio o Potasio. Tampoco se observan niveles de lactato diferentes y en general se encuentran rangos bajos (media de ingreso 1.56 \pm 1.46 vs media de evolución 1.54 \pm 1.36 p =0.93).

Tabla 6-4: Comparación de muestras ingreso y durante el periodo de evolución.

	Ingreso (n=120)		Evolución (n=169)		Diferencia	p**	IC95%**
	Media	DS	Media	DS			
pH	7.312	0.108	7.398	0.099	0.086	<0.0001	0.065 a 0.107
PCO ₂ (mmHg)	47.26	15.20	50.41	12.37	3.14	0.054	-0.54 a 6.34
HCO ₃ (mmol/L)	23.18	5.63	30.29	6.38	7.12	<0.0001	5.69 a 8.55
sBE	-2.22	6.1	5.53	6.15	7.76	<0.0001	6.32 a 9.20
Sodio (mmol/L)	136.24	5.14	137.16	7.12	0.91	0.2317	0.58 a -2.41
Potasio (mmol/L)	3.68	0.6	3.59	0.64	0.09	0.2314	-0.06 a 0.24
Cloro (mmol/L)	110.29	6.97	103.79	9.02	6.49	<0.0001	4.55 a 8.44
Albúmina (mg/dL)*	3.06	0.68	3.42	0.71	0.36	0.001	0.18 a 0.54
Fosfato (mmol/L)*	4.2	1.45	3.69	1.26	0.51	0.0031	0.17 a 0.85
Lactato (mmol/L)	1.56	1.46	1.54	1.36	0.015	0.9280	-0.31 a 0.34

*40 datos faltantes; ** Prueba T para comparación medias con varianzas iguales (Student); DS=desviación estándar

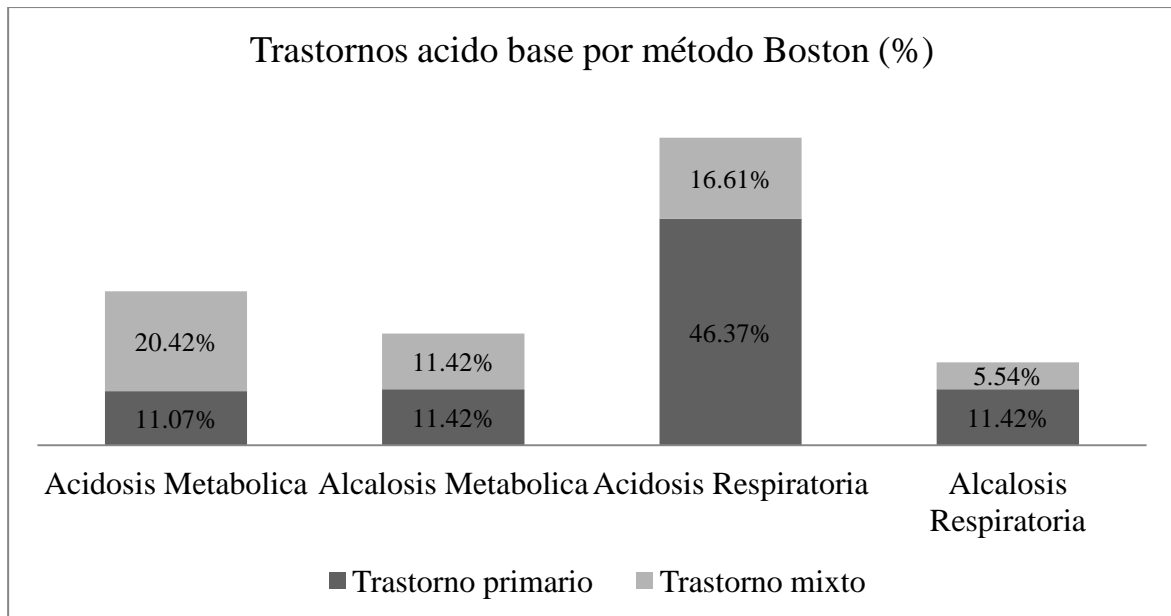
6.2 Análisis por método de Boston

Con los datos obtenidos y aplicando las definiciones antes mencionadas de clasificación de los desórdenes ácido base por medio de una base de datos y fórmulas preestablecidas se obtuvo la clasificación que se observa en la Tabla 6-5. Solo un pequeño porcentaje de las muestras presenta valores en rangos normales (5.19%) siendo el trastorno primario más frecuente la acidosis respiratoria (46.37%) seguido de la alcalosis metabólica (23.53%) y menos frecuente la acidosis metabólica (11.42%) y alcalosis respiratoria (11.07%). Sin embargo al profundizar en el análisis de los trastornos

en búsqueda de compensaciones y formas mixtas se observa que los trastornos en los que juega un papel la acidosis metabólica son mayores (31.49%) como se observa en Figura 6-1. Tan solo un pequeño porcentaje de estas muestras no pudo ser clasificado por medio de las formulas (2.42%) esto se debe a que son trastornos mixtos de acidosis respiratoria crónica y alcalosis metabólica en los cuales se presenta una perfecta compensación de pH (7.400).

Tabla 6-5: Interpretación del equilibrio acido base por el método de Boston.

Gases normales (n/N, %)	15/289	5.19%
Acidosis respiratoria (n/N, %)	134/289	46.37%
Aguda (n/N, %)	66/134	49.25%
Crónica (n/N, %)	68/134	50.75%
Compensada (n/N, %)	66/134	49.25%
Acidosis mixtas (n/N, %)	35/134	26.12%
Alcalosis metabólica asociada (n/N, %)	33/134	24.63%
Acidosis metabólica (n/N, %)	32/289	11.07%
Compensada (n/N, %)	11/32	34.38%
Alcalosis respiratoria asociada (n/N, %)	9/32	28.13%
Acidosis mixtas (n/N, %)	12/32	37.50%
Alcalosis respiratoria (n/N, %)	33/289	11.42%
Aguda (n/N, %)	27/33	81.82%
Crónica (n/N, %)	6/33	18.18%
Compensada (n/N, %)	9/33	27.27%
Alcalosis mixta (n/N, %)	0/33	0.00%
Acidosis metabólica asociada (n/N, %)	24/33	72.73%
Alcalosis metabólica (n/N, %)	68/289	23.53%
Compensada (n/N, %)	25/68	36.76%
Alcalosis mixta (n/N, %)	7/68	10.29%
Acidosis respiratoria asociada (n/N, %)	36/68	52.94%
No clasificables (n/N, %)*	7/289	2.42%
<i>*Representan trastornos mixtos de pH 7.400 que no permiten ser clasificados mediante cálculos.</i>		

Figura 6-1: Trastornos acido base método Boston.

Nuevamente se realizó una comparación de muestras de ingreso con muestras de evolución para trastornos primarios luego de interpretación por método de Boston (Tabla 6-6). Se observa diferencias importantes de frecuencia de trastornos acido base siendo la acidosis respiratoria (Ingreso 56.67% vs 39.05% evolución $p=0.003$) y la metabólica (Ingreso 20.83% vs evolución 4.14% $p<0.0001$) más frecuentes al ingreso con una disminución durante las muestras de evolución con un aumento en la frecuencia de alcalosis metabólica (Ingreso 6.67% vs evolución 35.50% $p<0.0001$). La alcalosis respiratoria permanece constante durante todo el muestreo (Ingreso 10% vs evolución 12.43% $p=0.4$).

Tabla 6-6: Comparación de muestras al ingreso y muestras durante el periodo de evolución luego de interpretación por método de Boston.

Trastornos primarios	Ingreso		Evolución		P*	OR**	IC95%OR	
	n	%	n	%				
Acidosis respiratoria	68	56.67%	66	39.05%	0.003	0.49	0.30	0.79
Acidosis metabólica	25	20.83%	7	4.14%	<0.0001	0.16	0.07	0.39
Alcalosis respiratoria	12	10%	21	12.43%	0.4083	1.28	0.6	2.7
Alcalosis metabólica	8	6.67%	60	35.50%	<0.0001	7.7	3.52	16.87

*prueba Ji cuadrado (Pearson); **regresión logística en análisis univariado

6.3 Anión Gap

Para el subgrupo de trastornos tipo acidosis metabólica primarios y secundarios (91/289 31.82%) se analizó el componente de la brecha aniónica antes y después de corregida por albúmina encontrando los resultados que se resumen en la

Tabla 6-7 . Se observa cuando se hace la corrección de albúmina el nuevo valor de la brecha cambia de manera significativa (2.89+/-4.26 vs 6.02+/-5.11 $p<0.0001$) y se detectan 5 casos adicionales de brecha anormal (5.49% $p=0.15$) que no fue clínica ni estadísticamente significativo.

Tabla 6-7: Comportamiento de la Brecha Aniónica (AG) en el grupo de acidosis metabólicas primarias y secundarias encontradas por el método de Boston.

Acidosis metabólicas totales (n, %)	91	31.82%	Diferencia	p	IC95%
AG (X,DS)	2.89	4.26	3.19	<0.0001*	1.81 a 4.57
AG corregido (X,DS)	6.01	5.11			
AG normal (n, %)	87	95.60%	5.49%	0.1505**	-1.95% a 12.93%
AG corregido normal (n,%)	82	90.11%			

*X=media, DS=desviación estándar; * Prueba T para comparación medias con varianzas iguales (Student); **Prueba Ji cuadrado (Pearson)*

6.4 Método de Copenhague (base exceso)

La interpretación del equilibrio acido base con el método de la base exceso estándar (sBE) se resumen en la

Tabla 6-8. Se observa que para el componente metabólico predomina el exceso de bases (52.6%) y menos el déficit (24.91%) con un alto porcentaje de bases en rangos normales (22.49%). Cuando se utiliza la relación entre cambios de PCO2 y cambios en sBE se observa un alto porcentaje de acidosis respiratoria (aguda 12.8% y crónica

37.72%) con muy pocos casos de trastornos puros metabólicos (acidosis 3.11% y alcalosis 9%).

Tabla 6-8: Interpretación del equilibrio ácido base por el método de Copenhague.

sBE Positiva	152	52.60%
sBE Negativa	72	24.91%
sBE Normal	65	22.49%
Acidosis respiratoria aguda	37	12.80%
Alcalosis respiratoria aguda	14	4.84%
Acidosis respiratoria crónica	109	37.72%
Acidosis metabólica compensada	9	3.11%
Alcalosis metabólica compensada	26	9%
<i>sBE=Base exceso estándar</i>		

Nuevamente se subdividió la información con base en el momento de toma de la muestra (Tabla 6-9). Se observa un exceso de bases durante la evolución de los pacientes (al ingreso 20.83% vs durante evolución 75.15% $p < 0.0001$) pero a su ingreso predomina el déficit de bases (al ingreso 49.17% vs durante evolución 7.69% $p < 0.0001$) como también se observó en el método de Boston.

Tabla 6-9: Comparación de muestras al ingreso y muestras durante el periodo de evolución luego de interpretación por método de Copenhague.

	Ingreso		Evolución		P*	OR**	IC95OR	
	n	%	n	%				
sBE Positiva	25	20.83%	127	75.15%	<0.0001	11.49	6.55	20.15
sBE Negativa	59	49.17%	13	7.69%	<0.0001	0.086	0.044	0.17
<i>sBE=Base exceso estándar, *prueba Ji cuadrado (Pearson); **regresión logística en análisis univariado</i>								

6.5 Método fisicoquímico (aproximación Stewart-FencI)

Usando la interpretación del método fisicoquímico se observa una mayor proporción de alteraciones de DIFa bajo (48.09%) seguido de DIFa en rangos normales (29.79%) y en menor proporción DIFa altos (22.13%). La interpretación de la diferencia de iones fuertes efectiva (DIFe media de 30.87+/-7.01) se encuentran en rangos cercanos a la DIFa (media 34.07+/-7.66) lo que da como resultado una brecha en diferencia de iones fuertes media en rangos normales (SIG 3.2+/-4.38).

Tabla 6-10: Interpretación del equilibrio acido base por el método fisicoquímico (n=235)

Diferencia iones fuerte aparente (DIFa X, DS)	34.07	7.66
DIFa normal (34-39) (n, %)	70	29.79%
DIFa alto (>39) (n, %)	52	22.13%
DIFa bajo (<34) (n, %)	113	48.09%
Diferencia iones fuerte efectiva (DIFe X, DS)	30.87	7.01
Brecha de iones fuertes (SIG X, DS)	3.2	4.38
<i>X=media, DS=desviación estándar</i>		

7. Discusión y conclusiones

Con este estudio iniciamos la primera parte en nuestra profundización de los trastornos ácido bases en nuestra unidad de cuidados intensivos pediátricos utilizando propuestas clásicas y más actuales de interpretación del estudio ácido base para intentar aclarar cuál es la mejor aproximación y cuál es el impacto de su utilización en la práctica Clínica.

Hasta donde conocemos no existe una aproximación descriptiva a los desórdenes del equilibrio ácido base en una unidad de cuidado intensivo pediátrico de la ciudad de Bogotá que se encuentra en unas condiciones de altitud especiales que pueden generar interpretaciones, a nuestro parecer, erróneas de la interpretación de este equilibrio como es el uso de valores de referencia “normales” que fueron obtenidos por el concepto de anormal como infrecuente pero no necesariamente la realidad del equilibrio ácido base.

Con miras a lograr responder esta y otras preguntas se desarrolló este estudio descriptivo prospectivo de una muestra consecutiva de nuestra unidad de cuidados intensivos pediátricos, unidad polivalente de 15 camas con alta concentración de pacientes quirúrgicos y oncológicos, para intentar reconocer la frecuencia de estos trastornos utilizando diferentes aproximaciones metodológicas como son el método clásico de Boston, el más reciente de Copenhague utilizando el concepto de base exceso y finalmente las nuevas teorías de equilibrio fisicoquímico aportadas por Stewart y que continua siendo desarrolladas por Fencl. (5, 6)

Al analizar las características de nuestros pacientes encontramos una proporción alta de pacientes respiratorios lo que explica en parte que el principal trastorno encontrado que fue la acidosis respiratoria la cual se vio reflejada tanto por PCO₂ altas pero que su verdadero impacto solo se obtiene cuando se realizan los calculas precisos que mostraron por el método de Boston que correspondían a un 17% más que no son evidentes al análisis simple de los datos. Esto se ha descrito poco en la literatura y es importante estudiar más profundamente ya que puede que sirvan como diagnóstico de enfermedades pulmonares ocultas en pacientes sin otra sospecha clínica.

También queremos destacar el gran porcentaje de trastornos metabólicos secundarios que aparecen bajo el método de Boston que en un análisis poco profundo de los datos podría pasarse desapercibido. En este caso el uso de la base exceso permite observar con más facilidad estos trastornos aunque no es fácil de separar de las compensaciones. Es difícil determinar cuál puede ser el papel adicional de utilizar la aproximación de Stewart que requiere más cálculos y mayor número de variables. En nuestra muestra no observamos una frecuencia más alta del esperado por los otros 2 métodos.

Una pregunta adicional que quisimos explorar con estos datos fue cual era el impacto sobre las frecuencias el usar muestras exclusivamente del ingreso con muestras de pacientes que ya tienen unos días de manejo en la unidad. Los hallazgos fueron muy interesantes. Se observa una tendencia a presentar trastornos metabólicos diferentes con una mayor frecuencia de acidosis metabólicas al ingreso probablemente por alteraciones hipóxicas y hemodinámicas sin tener lactatos elevados como se ha mostrado en otras series de pacientes adultos. (7, 8) En los pacientes con evolución en la unidad aumenta de manera muy significativa la incidencia de alcalosis metabólica que está muy probablemente asociada con el uso de fármacos y en especial diuréticos. La alta frecuencia de acidosis respiratoria del ingreso disminuye de forma significativa durante la evolución de los pacientes probablemente asociado a la mejoría pulmonar.

En conclusión creemos que este estudio tiene la fortaleza de ser el primero que intenta determinar la frecuencia de todos los trastornos ácido base posibles en la unidad de cuidados intensiva pediátrica sin limitarse únicamente al estudio aislado de los ácidos metabólicos como predictores de desenlace que ya ha sido estudiada en adultos y parece no aportar de forma importante a la predecir la mortalidad. El ser prospectivo permite una menor pérdida de datos que suele ser muy frecuente en búsquedas retrospectivas no sistematizadas. También tenemos la fortaleza de haber analizado muestras en distintos puntos de la enfermedad, ya que el estudio del equilibrio ácido base más que una herramienta pronóstica es una herramienta diagnóstica y nos va a permitir en estudios posteriores planear que tipo de población en particular dentro de la unidad podemos seguir para obtener un mejor rendimiento en el muestreo.

8. Bibliografía

1. Morgan TJ. The Stewart approach--one clinician's perspective. Clin Biochem Rev. 2009 May;30(2):41-54.
2. Gunnerson KJ. Clinical review: the meaning of acid-base abnormalities in the intensive care unit part I - epidemiology. Crit Care. 2005 Oct 5;9(5):508-16
3. Durward A, Skellett S, Mayer A, Taylor D, Tibby SM, Murdoch IA. The value of the chloride: sodium ratio in differentiating the aetiology of metabolic acidosis. Intensive Care Med. 2001 May;27(5):828-35.
4. Balasubramanyan N, Havens PL, Hoffman GM. Unmeasured anions identified by the Fencil-Stewart method predict mortality better than base excess, anion gap, and lactate in patients in the pediatric intensive care unit. Crit Care Med. 1999 Aug;27(8):1577-81.
5. Neligan PJ, Deutschman CS. Acid Base Balance in Critical Care Medicine. En: Neligna PJ, Critical care medicine tutorials. University of Pennsylvania. <http://www.ccmtutorials.com/renal/Acid%20Base%20Balance%20in%20Critical%20Care%20Medicine-NELIGAN.pdf>
6. Lloyd P. Strong Ion Calculator - A practical Bedside Application of Modern Quantitative Acid-Base Physiology. Critical Care and Resuscitation 2004; 6: 285-294.

7. Maciel AT, Park M. Differences in acid-base behavior between intensive care unit survivors and nonsurvivors using both a physicochemical and a standard base excess approach: A prospective, observational study. *J Crit Care.* 2009 Dec;24(4):477-83.
8. Dubin A, Menises MM, Masevicius FD, Moseinco MC, Kutscherauer DO, Ventrice E, Laffaire E, Estenssoro E. Comparison of three different methods of evaluation of metabolic acid-base disorders. *Crit Care Med.* 2007 May;35(5):1264-70.