

VARIACIONES ACIDOBÁSICAS, EN TORNO AL TIPO DE CONCRECIÓN URINARIA, EN PACIENTES UROLITIÁSICOS DE LA CIUDAD DE CUMANÁ, ESTADO SUCRE

ACID-BASE VARIATIONS ABOUT THE TYPE OF URINARY CONCRETION, IN PATIENTS WITH UROLITHIASIS IN THE CITY OF CUMANA, SUCRE STATE

WILLIAM JOSÉ VELÁSQUEZ SANZONETTI¹, AMÉRICA BELÉN VARGAS MILANO², DIXSON JOSÉ VELÁSQUEZ SANZONETTI³, SOLANMY MARÍA PATIÑO VELÁSQUEZ⁴, JEROSCA AURELIS LLOVERA VELÁSQUEZ¹

¹Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Escuela de Ciencias, Departamento de Bioanálisis, ²Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Escuela de Ciencias, Departamento de Enfermería, ³Hospital militar Carlos Arvelo, ⁴R y R Asociados S.A., Lima, Perú

wjvelasquezs@gmail.com

RESUMEN

La urolitiasis es una patología caracterizada por la precipitación de cristales litogénicos en el del sistema renal, en relación al PH urinario, ocasionando la conformación de concreciones que pueden conducir a cuadros obstructivos en el tracto urinario. El objetivo de este estudio fue evaluar las variaciones del equilibrio acidobásico, en relación al tipo de concreciones urinarias, medidas en pacientes urolitiásicos, provenientes de la consulta de Urología del hospital universitario "Antonio Patricio de Alcalá" de la ciudad de Cumaná, estado Sucre y en un grupo de individuos aparentemente sanos. Para lograr este fin, se estudiaron 50 individuos controles, masculinos y femeninos, con edades comprendidas entre 17 y 56 años y 50 pacientes urolitiásicos, masculinos y femeninos con edades entre 14 y 69 años. A ambos grupos de individuos se le recolectaron muestras de 6,00 mL de sangre venosa, 3,00 mL para la determinación del parámetro hematológico hemoglobina y 3,00 mL para la cuantificación de los parámetros acidobásicos pH, presión de oxígeno (pO_2), presión de dióxido de carbono (pCO_2), bicarbonato (CO_3H) y dióxido de carbono total (CO_2T). La identificación de los cristales presentes en los cálculos urinarios se realizó por la técnica de difracción de rayos X. Los resultados obtenidos en el presente estudio mostraron diferencias significativas en los parámetros pH, pO_2 , pCO_2 , CO_3H y CO_2T , al ser evaluados, con la prueba estadística *t-Student* en individuos urolitiásicos y controles. Todo lo antes expuesto permite señalar que los pacientes urolitiásicos analizados en este estudio, al ser comparados con individuos controles, cursan, probablemente, con alteraciones significativas en el equilibrio acidobásico ocasionadas por múltiples factores como alteraciones metabólicas, cuadros obstructivos de las vías renales, procesos inflamatorios, infecciones urinarias recurrentes y deshidrataciones por altas temperaturas registradas en el estado Sucre.

Palabras clave: Nefrolitiasis, hidrogeniones, bicarbonatemia, concreciones urinarias

ABSTRACT

Urolithiasis is a pathology characterized by the precipitation of lithogenic crystals in the renal system, in relation to the urinary PH, causing the formation of concretions that can lead to obstructive symptoms in the urinary tract. The objective of this study was to evaluate the variations of the acid-base balance, in relation to the type of urinary concretions, measured in urolithiasic patients, coming from the Urology service of the "Antonio Patricio de Alcalá" university hospital in the city of Cumaná, Sucre state and in a group of apparently healthy individuals. To achieve this end, 50 male and female control individuals, aged between 17 and 56 years, and 50 males and female urolithiasis patients, aged between 14 and 69 years, were studied. Samples of 6.00 mL of venous blood were collected from both groups of individuals, 3.00 mL for the determination of the haematological parameter hemoglobin and 3.00 mL for the quantification of the acid-base parameters pH, oxygen pressure (pO_2), pressure of carbon dioxide (pCO_2), bicarbonate (CO_3H) and total carbon dioxide (CO_2T). The identification of the crystals present in the urinary calculi was carried out using the X-ray diffraction technique. The results obtained in the present study showed significant differences in the parameters pH, pO_2 , pCO_2 , CO_3H and CO_2T , when evaluated with the test *t-Student* statistic in urolithiasis individuals and controls. All of the above allows us to point out that the urolithiasis patients analyzed in this study, when compared with control individuals, probably present with significant alterations in the acid-base balance caused by multiple factors such as metabolic alterations, obstructive conditions of the renal tract, inflammatory processes, recurrent urinary infections and dehydration due to high temperatures registered in the Sucre state.

Key words: Nephrolithiasis, hydrogen ions, bicarbonatemia, urinary concretions

INTRODUCCIÓN

La urolitiasis es una patología crónica del tracto urinario caracterizada por la formación de concreciones en el sistema renal que surgen como consecuencia de trastornos en la absorción, metabolismo o excreción de los compuestos litogénicos, sustancias inhibitoras de la formación de éstos o del pH urinario. Los trastornos metabólicos crónicos generalmente conducen a composiciones de orina permanentemente alteradas. La aparición de constituyentes fisiológicos de la orina en proporciones de concentración no normales y/o la excreción no fisiológica de productos metabólicos puede aumentar significativamente la litogenicidad de la orina (FISANG & LAUBE 2017).

La teoría fisicoquímica relaciona la formación de concreciones con el aumento de los solutos (oxalato, calcio, fosfato y ácido úrico) y con la disminución del volumen urinario. Los cálculos renales son agregados de cristales unidos a una glicoproteína de matriz. Inicialmente se forman en el riñón y posteriormente migran al sistema pielocalicial, uréteres o uretra. Clínicamente, el cálculo renal puede expulsarse de forma espontánea o producir distintos grados de obstrucción o hidronefrosis (RODRÍGUEZ ET AL. 200; KANEKO ET AL. 2018; VELÁSQUEZ ET AL. 2022).

La urolitiasis afecta al 10,00% de la población y puede ocurrir a cualquier edad, es de mayor frecuencia en el sexo masculino, especialmente en la tercera y cuarta décadas de la

vida, tiene una predisposición heredofamiliar (errores congénitos del metabolismo) y predomina en personas sedentarias y con gran exposición al sol. Está relacionada con dietas ricas en proteínas y sales. (GREENBERG 1992; GOMES ET AL. 2018).

El pH urinario ácido promueve la formación de cálculos de ácido úrico puros o mixtos con oxalato de calcio. El uroanálisis puede demostrar un pH ácido, microhematuria (64,20%), cristaluria (33,30%), bacteriuria (5,70%), siendo el germen más frecuente *Escherichia. coli* (42,20%) (CICERELLO ET AL. 2016; TRINCHIERI & MONTANARI 2017).

Todas las teorías sobre el origen y crecimiento de los cálculos en el riñón, involucran la sobresaturación de solutos en la orina, que depende del pH y la temperatura corporal. Esta sobresaturación conlleva a la nucleación, cristalización y crecimiento del cálculo, hasta lograr dimensiones clínicamente significativas. En este proceso complejo, no sólo participan los solutos (calcio, oxalato, ácido úrico, y cistina) sino también diversas sustancias que se encuentran en la orina y participan en la cristalización, como citrato, magnesio y fosfato. Otro aspecto importante, lo constituye la matriz orgánica que comprende entre el 2,00 y 10,00% del peso de un cálculo urinario y puede constituir un núcleo de agregación de cristales (ZAMBRANO ET AL. 1997; GUILLÉN ET AL. 2008; BRITO ET AL. 2022).

Los desequilibrios acidobásicos son causales de alteraciones metabólicas debido a que los cambios de pH son capaces de producir ambientes ácidos o alcalinos que pueden favorecer, entre otras alteraciones, cambios de la acidez a nivel urinario y favorecer episodios de litiasis urinaria. En ese sentido debe señalarse que la evaluación de parámetros hemogasodinámicos, electrolíticos y hematológicos en pacientes urolitiásicos muestran variaciones significativas en el pH, presión de oxígeno (pO_2), presión de dióxido

de carbono (pCO_2), y dióxido de carbono total (CO_2T) que permiten señalar que las alteraciones acidobásicas favorecen las condiciones para la saturación y precipitación de compuestos litogénicos como el ácido úrico y el oxalato oxalato (BELMAR ET AL. 2004; BOBULESCU ET AL. 2019).

Todo lo anteriormente expuesto constituye la base para la realización de la presente investigación que tiene como propósito evaluar las variaciones del equilibrio acidobásico, en relación al tipo de concreciones urinarias, medidas en pacientes urolitiásicos, provenientes de la consulta de Urología del hospital universitario "Antonio Patricio de Alcalá" de la ciudad de Cumaná, estado Sucre y en un grupo de individuos aparentemente sanos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestra poblacional

La realización de la presente investigación se basó en el estudio un grupo de 50 individuos (masculinos y femeninos) con edades comprendidas entre 14 y 69 años, con diagnóstico de urolitiasis, que acudieron a la consulta de Urología del servicio autónomo hospital universitario "Antonio Patricio Alcalá" de la ciudad de Cumaná, estado Sucre. Simultáneamente se estudiaron 50 individuos aparentemente sanos (masculinos y femeninos) con edades comprendidas entre los 17 y 56 años, sin antecedentes ni sintomatología de nefrolitiasis o cualquier otra patología para el momento de obtención de las muestras, las cuales fueron designados como grupo control.

Identificación de los cristales presentes en los cálculos urinarios

Las concreciones urinarias de los pacientes que participaron en esta investigación fueron obtenidas por expulsiones espontáneas y por intervenciones quirúrgicas invasivas y no

invasivas como litotricia extracorpórea por ondas de choque. La identificación de los cristales presentes en los cálculos urinarios se realizó por la técnica de difracción de rayos X. Para ello, se utilizaron las muestras trituradas, que fueron analizadas en un equipo de difracción de rayos X, marca Bruker, modelo D2 PHASER, el cual usa un cátodo de cobre y filtro de níquel, con un voltaje de 40,00 kV y 20,00 mV de intensidad de corriente en el generador de rayos X y mediante la comparación con patrones internos de la base de datos del computador se identificaron los compuestos cristalinos (JENKINS Y SNYDER 1996).

Normas de bioética

El presente estudio se llevó a cabo tomando en consideración las normas de ética establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para trabajos de investigación en seres humanos y la declaración de Helsinki; documentos que han ayudado a delinear los principios más pertinentes a la investigación biomédica en seres humanos. Por otra parte, se respetó el derecho de cada individuo que participó en la investigación a salvaguardar su integridad personal y se tomaron las precauciones para respetar la intimidad e integridad física y mental de cada persona, obteniendo de esta manera su consentimiento por escrito (OFICINA PANAMERICANA DE LA SALUD 1990).

Obtención de las muestras sanguíneas

A cada individuo que participó en esta investigación se le extrajeron 6,00 mL de sangre venosa, de los cuales 3,00 mL se tomaron para la determinación del parámetro hematológico hemoglobina y 3,00 mL que fueron conducidas, de inmediato, a las instalaciones del laboratorio de emergencia del hospital universitario "Antonio Patricio Alcalá" de la ciudad de Cumaná, estado Sucre, en cavas con hielo, para la determinación de los parámetros

acidobásicos pH, pO_2 , pCO_2 , CO_3H y CO_2T (BAUER 1986).

Técnicas empleadas

Determinación de los parámetros séricos acidobásicos

Las determinaciones acidobásicas fueron efectuadas en un microanalizador de pH y gases sanguíneos marca Ciba Corning, modelo 238 de lectura digital, el cual consta de electrodos de pH, pO_2 y pCO_2 , permitiendo, además, calcular las concentraciones de iones CO_3H y CO_2T mediante circuitos computarizados. Para realizar dichos análisis se incluyeron en el equipo los valores de hemoglobina de cada paciente antes de empezar las lecturas). Valores de referencia: pH: (7,38 - 7,44); pCO_2 : (31,70 - 45,10) mmHg; pO_2 (41,40 - 53,00) mmHg; CO_3H : (25,10 - 32,70) mmol/L; CO_2T : (26,40 - 34,60) mmol/L (BARRY ET AL 1996; SILBERNAGL Y DESPOPOULOS. 2009).

Análisis estadístico

Los resultados de esta investigación fueron sometidos a los análisis estadísticos *t-Student*, con el propósito de establecer las posibles diferencias significativas entre los valores promedio de los parámetros que miden el equilibrio acidobásico en pacientes urolitiásicos e individuos controles y análisis de varianza simple para establecer las posibles diferencias significativas de los parámetros acidobásicos, cuantificados en los pacientes nefrolitiásicos, en relación al tipo de concreción urinaria. La toma de decisiones se realizó a un nivel de confiabilidad del 95% (SOKAL Y ROHLF 1979).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La **tabla 1** señala el resumen de la prueba estadística *t-Student*, aplicada a los valores promedio del parámetro acidobásico venoso pH cuantificado en individuos controles y urolitiásicos provenientes de la consulta de Urología del servicio autónomo hospital universi-

Tabla 1. Resúmenes de las pruebas estadísticas <i>t-Student</i> , aplicada a los valores promedio del parámetro acidobásico venoso pH cuantificados en individuos controles y urolitiásicos provenientes de la consultade Urología del servicio autónomo hospital universitario “Antonio Patricio de Alcalá” Cumaná, estado Sucre y Anova simple aplicada a la determinación del pH, en relación al tipo de concreción, en los pacientes urolitiásicos antes mencionados					
pH					
Grupos	n	Intervalo	$\bar{X}$	DE	<i>t</i>
C	50	7,29 – 7,48	7,39	0,02	12,05***
U	50	7,22 – 7,38	7,29	0,05	
pH en relación al tipo de concreción					
Grupos	n	Intervalo	$\bar{X}$	DE	Fs
Ox/AU	14	7,20 – 7,37	7,29	0,05	1,37 ns
Ox	21	7,22 – 7,38	7,29	0,06	
AU	15	7,21 – 7,38	7,31	0,06	
C: grupo control; U: pacientes urolitiásicos; n: número de muestras; $\bar{X}$:media; DE: desviación estándar; AU: ácido úrico; Ox: oxalato de calcio; Ox/AU: mixto (oxalato de calcio y ácido úrico); <i>t</i> : valor experimental de la prueba <i>t-Student</i> ; Fs: valor experimental de la prueba Fisher; ns: diferencias no significativas (p>0,05); ***: diferencias altamente significativas (p<0,001)					

tario "Antonio Patricio de Alcalá" Cumaná, estado Sucre y Anova simple, aplicada a los valores promedio del parámetro PH, en relación al tipo de cálculos urinarios, en los pacientes con nefrolitiasis anteriormente citados. Se pueden observar diferencias significativas en el parámetro pH entre los dos grupos de individuos estudiados, con valores disminuidos en los pacientes con nefrolitiasis y diferencias no significativas al evaluar el pH en relación al tipo de cálculos urinarios presente en los pacientes nefrolitiásicos analizados.

Las disminuciones altamente significativas encontradas en los valores promedio del pH en los pacientes nefrolitiásicos estudiados en relación a los individuos controles, pueden tener su explicación, probablemente, en la incapacidad renal, que puedan tener estos pacientes para depurar los compuestos ácidos producidos por sus procesos metabólicos o por posibles episodios de obstrucciones ocasionados por las concreciones urinarias que acarrean retenciones de radicales ácidos a nivel sanguíneo. Otra posible explicación a estas disminuciones de pH viene dada por los in-

crementos en las concentraciones de CO_2T , a consecuencia de la disminución de su difusión de la sangre hacia los alvéolos que ocasionan cuadros de acidemia respiratoria. También resulta pertinente señalar que estas disminuciones de pH en los pacientes urolitiásicos pueden ser debidas, posiblemente, a alteraciones de la actividad de la enzima anhidrasa carbónica que cataliza la unión entre el dióxido de carbono y el agua para producir ácido carbónico, que posteriormente se disocia en iones CO_3H e iones hidrógeno (KHAN 2018; (KHAN 2018; SHEN Y ZHANG 2018; LÓPEZ ET AL. 2022).

Los resultados del pH que se obtuvieron en el presente estudio, medidos en los pacientes urolitiásicos, en torno al tipo de concreción urinaria, no mostraron diferencias significativas, lo que pone en evidencia que el tipo de cristal litogénico no es capaz de originar cambios significativos en el pH de los individuos nefrolitiásicos analizados en esta investigación.

La **tabla 2** permite observar los resúmenes de las pruebas estadísticas *t-Student*, aplicada a

Tabla 2. Resúmenes de las pruebas estadísticas *t-Student*, aplicada a los valores promedio del parámetro acidobásico venoso presión de dióxido de carbono (mmHg) cuantificados en individuos controles y urolitiásicos provenientes de la consulta de Urología del servicio autónomo hospital universitario “Antonio Patricio de Alcalá” Cumaná, estado Sucre y Anova simple aplicada a la determinación de la presión de dióxido de carbono, en relación al tipo de concreción, en los pacientes urolitiásicos antes mencionados

Presión de dióxido de carbono					
Grupos	n	Intervalo	$\bar{X}$	DE	<i>t</i>
C	50	38,00 – 40,00	39,24	0,78	12,05***
U	50	42,00 – 53,00	48,58	3,02	
Presión de dióxido de carbono en relación al tipo de concreción					
Grupos	n	Intervalo	$\bar{X}$	DE	Fs
Ox/AU	14	42,00 – 53,00	48,14	2,69	0,36 ns
AU	15	42,00 – 53,00	48,73	3,39	
Ox	21	42,00 – 53,00	49,07	3,20	

C: grupo control; U: pacientes urolitiásicos; n: número de muestras; $\bar{X}$:media; DE: desviación estándar; AU: ácido úrico; Ox:oxalato de calcio; Ox/AU: mixto (oxalato de calcio y ácido úrico); *t*: valor experimental de la prueba *t-Student*; Fs: valor experimental de la prueba Fisher; ns: diferencias no significativas (p>0,05); ***: diferencias altamente significativas (p<0,001)

los valores promedio de la $p\text{CO}_2$ cuantificados en individuos controles y urolitiásicos, y Anova simple, aplicada a los valores promedio del parámetro $p\text{CO}_2$, en relación al tipo de concreciones urinarias, valoradas en los pacientes con nefrolitiasis que se analizaron en este estudio. Se pueden observar diferencias altamente significativas entre los dos grupos de individuos estudiados, con valores promedio aumentados en el grupo experimental y diferencias no significativas al evaluar la $p\text{CO}_2$, en relación al tipo de cálculos urinarios, en los pacientes con urolitiasis analizados.

Los incrementos significativos en la $p\text{CO}_2$ en los pacientes con calculosis urinaria en relación a las $p\text{CO}_2$ encontradas en los individuos controles, pueden deberse, probablemente, a disminuciones o procesos ineficientes de conversión intracelular de dióxido de carbono en ácido carbónico, catalizado por la enzima anhidrasa carbónica, ocasionando incrementos en la $p\text{CO}_2$ en estos individuos. Además, debe expresarse que estos incrementos de dióxido de carbono en estos pacientes pueden

tener su origen, probablemente, en un incremento del dióxido de carbono disuelto en sangre y en la disminución de su conversión en CO_3H (MOREIRA ET AL. 2015).

En cuanto a los resultados mostrados por la prueba Anova al evaluar la $p\text{CO}_2$, en torno al tipo de concreción urinaria, debe señalarse que la variable $p\text{CO}_2$ no se encuentra afectada significativamente en ninguno de los tres tipos de individuos con litiasis urinaria estudiados.

En la **tabla 3** se señalan los resúmenes de las pruebas estadísticas *t-Student*, aplicada a los valores promedio de la $p\text{O}_2$ cuantificados en individuos controles y urolitiásicos y Anova simple, aplicada a los valores promedio del parámetro $p\text{O}_2$, en relación al tipo de cálculos urinarios, cuantificados en los pacientes con nefrolitiasis analizados en este estudio. Se pueden observar diferencias altamente significativas entre los dos grupos de individuos estudiados, con valores promedio disminuidos en el grupo experimental y diferencias no significativas al evaluar la $p\text{O}_2$, en relación al tipo de cálculos urinarios, presentes en los

Tabla 3. Resúmenes de las pruebas estadísticas <i>t-Student</i> , aplicada a los valores promedio del parámetro acidobásico venoso presión de oxígeno(mmHg) cuantificados en individuos controles y urolitiásicos, provenientes de la consulta de Urología del servicio autónomo hospital universitario “Antonio Patricio de Alcalá” Cumaná, estado Sucre y Anova simple aplicada a la determinación de la presión de oxígeno, en relación al tipo de concreción, en los pacientes urolitiásicos antes mencionados					
Presión de oxígeno					
Grupos	n	Intervalo	$\bar{X}$	DE	<i>t</i>
C	50	40,00–43,00	41,36	1,05	4,15***
U	50	28,00–43,00	38,86	4,09	
Presión de oxígeno en relación al tipo de concreción					
Grupos	n	Intervalo	$\bar{X}$	DE	Fs
Ox/AU	14	28,00 – 43,00	38,21	4,49	0,17 ns
AU	15	28,00 – 43,00	38,93	3,94	
Ox	21	28,00 – 43,00	39,24	4,09	
C: grupo control; U: pacientes urolitiásicos; n: número de muestras; $\bar{X}$:media; DE: desviación estándar; AU: ácido úrico; Ox oxalato de calcio; Ox/AU: mixto (oxalato de calcio y ácido úrico); <i>t</i> : valor experimental de la prueba <i>t-Student</i> ; Fs: valor experimental de la prueba Fisher; ns: diferencias no significativas (p>0,05); ***: diferencias altamente significativas (p<0,001)					

pacientes con urolitiasis estudiados.

Las disminuciones significativas de los valores promedio de la pO_2 observadas en los pacientes urolitiásicos pueden ser explicadas por el descenso del pH y el incremento de la pCO_2 , observados en estos pacientes, facilitando la entrega de oxígeno a los tejidos y explica, de esta forma, los valores promedio disminuidos de la pO_2 en los pacientes urolitiásicos con respecto a los encontrados en los individuos controles. Los resultados obtenidos en la presente investigación al evaluar el parámetro pO_2 en los pacientes con cálculos urinarios, en relación al tipo de concreción urinaria, ponen en evidencia que este parámetro no se ve influenciado, significativamente, por la variable antes señalada (GUYTON Y HALL 1997; ZHANG ET AL. 2020).

Los resúmenes estadísticos de las pruebas *t-Student*, aplicada a los valores promedio de la concentración sanguínea de CO_3H cuantificados en individuos controles y urolitiásicos y Anova simple, aplicado a los valores promedio del parámetro CO_3H , en relación al tipo de cálculos urinarios, determinados en los

pacientes con nefrolitiasis que participaron en esta investigación, se muestran en la **tabla 4**. Se pueden observar diferencias altamente significativas entre los dos grupos de individuos estudiados, con valores promedio disminuidos en el grupo experimental y diferencias no significativas al evaluar la concentración de CO_3H , en relación al tipo de cálculos urinarios, en los pacientes con urolitiasis analizados en este estudio.

Las disminuciones significativas de las concentraciones promedio de CO_3H registradas en los pacientes nefrolitiásicos con respecto a las de los individuos sanos, pueden tener su origen, probablemente, en los desequilibrios que puedan existir en los pacientes litiásicos en cuanto a la conversión de dióxido de carbono en ácido carbónico, a nivel de las células renales. Esto conduce a la disminución en la producción de iones hidrógeno y CO_3H y a la disminución de la secreción de iones hidrógeno hacia el lumen tubular y de CO_3H hacia el líquido extracelular, acarreando las disminuciones séricas de CO_3H , como las que se observan en los individuos con calculosis urinaria

Tabla 4. Resúmenes de las pruebas estadísticas *t-Student*, aplicada a los valores promedio del parámetro acidobásico venoso bicarbonato (mmol/L) cuantificados en individuos controles y urolitiásicos provenientes de la consulta de Urología del servicio autónomo hospital universitario “Antonio Patricio de Alcalá” Cumaná, estado Sucre y Anova simple aplicada a la determinación del bicarbonato, en relación al tipo de concreción, en los pacientes urolitiásicos antes mencionados

Bicarbonato					
Grupos	n	Intervalo	$\bar{X}$	DE	<i>t</i>
C	50	28,60 – 30,70	29,59	0,62	46,27***
U	50	22,30 – 24,70	23,52	0,69	
Bicarbonato en relación al tipo de concreción					
Grupos	n	Intervalo	$\bar{X}$	DE	Fs
Ox	21	22,30 – 24,70	23,37	0,75	1,14 ns
Ox/AU	14	22,30 – 24,50	23,54	0,73	
AU	15	22,70 – 24,60	23,69	0,55	

C: grupo control; U: pacientes urolitiásicos; n: número de muestras; $\bar{X}$:media; DE: desviación estándar; AU: ácido úrico; Ox: oxalato; Ox/AU: mixto (oxalato de calcio y ácido úrico); *t*: valor experimental de la prueba *t-Student*; Fs: valor experimental de la prueba Fisher; ns: diferencias no significativas; p>0,05; *: diferencias significativas (p<0,05); ***: diferencias altamente significativas (p<0,001)

analizados en esta investigación (SIENER 2016; KWOK *ET AL.* 2022).

La ausencia de diferencias significativas observadas en la evaluación del CO_3H sanguíneo, en relación al tipo de cálculo urinario, en los pacientes urolitiásicos, evidencia que este compuesto no varía con este factor, por lo que puede afirmarse que el único factor, de los tomados en cuenta en este estudio, capaz de producir variaciones significativas en la concentración de CO_3H es el proceso urolítico (FRASSETTO Y SEBASTIAN 1996; WAGNER *ET AL.* 2023).

La **tabla 5** pone en evidencia los resúmenes de los análisis estadísticos *t-Student*, aplicada a los valores promedio de la CO_2T determinados en individuos controles y pacientes con litiasis renal, y Anova simple, aplicada a los valores promedio del parámetro CO_2T , en torno al tipo de cálculos urinarios, cuantificados en los pacientes nefrolitiásicos que se estudiaron en esta investigación. Se visualizan diferencias significativas entre los dos grupos de individuos estudiados, con valores promedio incrementados en el grupo experimental y

diferencias no significativas al analizar la CO_2T , en torno al tipo de cálculos renales, en los pacientes con litiasis urinaria.

Las disminuciones significativas de los valores promedio del parámetro sanguíneo CO_2T que se observan en los pacientes urolitiásicos, con respecto a los encontrados en los individuos del grupo control, pueden explicarse analizando los valores promedio de los parámetros que definen al dióxido de carbono total (dióxido de carbono libre, dióxido de carbono unido a la hemoglobina y otras proteínas y en forma de CO_3H), ya que el CO_2T se obtiene de la suma de todos ellos y al estar disminuidos alguno o varios de esos parámetros, disminuirá el CO_2T . Al respecto debe señalarse que las disminuciones en las concentraciones promedio de pH, CO_3H que experimentan los pacientes analizados en este estudio, contribuyen significativamente a la reducción de sus niveles de CO_2T (GAULT *ET AL.* 1991; GEORGE *ET AL.* 2007; MOREIRA *ET AL.* 2015).

Tabla 5. Resúmenes de las pruebas estadísticas *t-Student*, aplicada a los valores promedio del parámetro acidobásico venoso dióxido de carbono total (mmol/L) cuantificados en individuos controles y urolitiásicos provenientes de la consulta de Urología del servicio autónomo hospital universitario “Antonio Patricio de Alcalá” Cumaná, estado Sucre y Anova simple aplicada a la determinación del dióxido de carbono total, en relación al tipo de concreción, en los pacientes urolitiásicos antes mencionados.

Dióxido de carbono total					
Grupos	n	Intervalo	$\bar{X}$	DE	<i>t</i>
C	50	27,10 – 32,50	29,89	1,57	2,13*
U	50	27,10 – 30,90	28,32	1,04	
Dióxido de carbono total en relación al tipo de concreción					
Grupos	n	Intervalo	$\bar{X}$	DE	Fs
AU	15	27,10 – 30,50	29,18	1,26	0,49 ns
Ox	21	27,10 – 30,80	29,26	0,99	
Ox/AU	14	28,30 – 30,90	29,56	0,87	

C: grupo control; U: pacientes urolitiásicos; n: número de muestras; $\bar{X}$:media; DE: desviación estándar; AU: ácido úrico; Ox: oxalato; Ox/AU: mixto (oxalato de calcio y ácido úrico); *t*: valor experimental de la prueba *t-Student*; Fs: valor experimental de la prueba Fisher; ns: diferencias no significativas (p>0,05); *: diferencias significativas (p<0,05)

CONCLUSIONES

Los pacientes urolitiásicos analizados en este estudio, al ser comparados con individuos controles, cursan, probablemente, con alteraciones significativas en el equilibrio acidobásico ocasionadas por múltiples factores como alteraciones metabólicas, cuadros obstructivos de las vías renales, procesos inflamatorios, infecciones urinarias recurrentes y deshidrataciones por altas temperaturas (fluctuaciones entre 23,00 °C a 33,00 °C) registradas en la ciudad de Cumaná, estado Sucre.

BIBLIOGRAFÍA

- BARRY S., PERUZZI W. Y TEMPLIN, R. 1996. Manejo clínico de los gases sanguíneos. 5^{ta} edición. Editorial Médica Panamericana. Madrid, España. 381 pp.
- BAUER J. 1986. Análisis clínico. Métodos e interpretación. Editorial Reverte, S.A., Barcelona, España.
- BELMAR D., LEMUS M. VELÁSQUEZ W., BELMAR M. Y ZAPATA, C. 2004. Variaciones hemogasodinámicas, electrolíticas y hematológicas en pacientes urolitiásicos. *Saber*. 16(2): 105-110.
- BOBULESCU I., PARK S., XU L., BLANCO F., POINDEXTER J., ADAMS-HUET B., DAVIDSON T., SAKHAE K., MAALOUF N. & MOE O. 2019. Net acid excretion and urinary organic anions in idiopathic uric acid nephrolithiasis. *Clin. J. Am. Soc. Nephrol.* 14(3): 411-420. doi: 10.2215/CJN.10420818. Epub 2019 Feb 11. PMID: 30745301; PMCID: PMC6419274.
- BRITO V., ROJAS DE GASCU B., MAGO J., VELÁSQUEZ W. Y LEZAMA J. 2022. Cálculos urinarios: Importancia de los métodos de identificación química en la litogénesis, constitución y clasificación. *Acta Microsc.* 31(1): 39-47.
- CICERELLO E., MANGANO M., COVA G., MERLO F. & MACCATROZZO, L. 2016. Metabolic

- evaluation in patients with infected nephrolithiasis: Is it necessary?. *Arch. Ital. Urol. Androl.* 88(3): 208-211.
- FISANG C. & LAUBE N. 2017. Rare metabolic disorders and urolithiasis. *Urologe A.* 56(7): 895-899. German. doi: 10.1007/s00120-017-0415-3. PMID: 28555321.
- FRASSETTO L. & SEBASTIAN A. 1996. Age and systemic acid-base equilibrium: Analysis of published data. *J. Gerontol.* 51(1): 91-99.
- GAULT M., CHAFE L., MORGAN J., PARFLEY P., HAMETT J., WALS E., PRABHAKARAN V., DOW D. & COLPITTS A. 1991. Comparison of patients with idiopathic calcium phosphate and calcium oxalate stones. *Medicine (Baltimore).* 70(6): 345-359.
- GEORGE W., HIRD D. & GEORGE L. 2007. Serum biochemical abnormalities in goats with uroliths: 107 cases (1992-2003). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 230(1): 101-106.
- GOMES V., ARIZA P., BORGES N., SCHULZ FJ JR. & FIORAVANTI M. 2018. Risk factors associated with feline urolithiasis. *Vet. Res. Commun.* 42(1): 87-94. doi: 10.1007/s11259-018-9710-8. Epub 2018 Jan 16. PMID: 29340849.
- GREENBERG A. 1992. Tratado de enfermedades renales. Segunda edición. Editorial McGraw Hill. España.
- GUILLÉN R., PISTILLI N., RAMÍREZ A. Y ECHAGUI G. 2008. Estudio morfológico de cálculos urinarios de pacientes que concurrieron al instituto de investigación en ciencias de la salud en el 2007. *Inst. Invest. Cienc. Sal.* 6(2): 12-17.
- GUYTON A. Y HALL J. 1997. Tratado de Fisiología médica. Interamericana McGraw-Hill. México.
- JENKINS R. & SNYDER R. 1996. Introduction to X ray powder diffractometry. Wiley-Interscience Pub., New York, USA, pp. 1-22.
- KANEKO K., KABEYA M., KONDO H., FUKUUCHI T., YAMAOKA N., YASUDA M. & YAMAGUCHI S. 2018. Proteomic analysis of a urinary stone with two layers composed of calcium oxalate monohydrate and uric acid. *Nucleos. Nucleot. Nucl.* 37(12): 717-723. doi: 10.1080/15257770.2018.1478095. Epub 2018 Dec 27. PMID: 30587091.
- KHAN A. 2018. Prevalence, pathophysiological mechanism and factors affecting urolithiasis. *Int. Urol. Nephrol.* 50(5): 799-806.
- KWOK M., MCGEORGE S., ROBERTS M., SOMANI B. & RUKIN N. 2022. Mineral content variations between Australian tap and bottled water in the context of urolithiasis. *BJUI Compass.* 3(5): 77-382. doi: 10.1002/bco2.168. PMID: 35950043; PMCID: PMC9349584.
- LÓPEZ J., MAINEZ J., MORA J., GIL J. & GARGANTA R. 2022. Usefulness and acceptability of a Smart pH meter and mobile medical App as a monitoring tool in patients with urolithiasis: short-term prospective study. *Arch. Esp. Urol.* 75(1): 60-68. English, Spanish. PMID: 35173078.
- MOREIRA D., FRIEDLANDER J., CARONS A., HARTMAN C., LEAVITT D., SMITH A. & OKEKE Z. 2015. Association of serum biochemical metabolic panel with stone composition. *Int. J. Urol.* 22(2): 195-199.

- OFICINA PANAMERICANA DE LA SALUD. 1990. Bioética. Boletín de la Oficina Panamericana de la Salud. Vol. 108.
- RODRÍGUEZ C., TORRA R., LENS X., NAVARRO M., COTO E. Y GARCÍA V. 2009. Hipercalcemia, nefrolitiasis y nefrocalcinosis. *Rev. Nefrol.* 67(2): 2.
- SHEN J. & ZHANG X. 2018. Potassium citrate is better in reducing salt and increasing urine pH than oral intake of lemonade: A cross-over study. *Ned. Sci. Monit.* 24: 1924-1929.
- SIENER R. 2016. Can the manipulation of urinary pH by beverages assist with the prevention of stone recurrence?. *Urolithiasis.* 44(1): 51-56.
- SILBERNAGL S. Y DESPOPOULOS A. 2009. Fisiología texto y atlas. Editorial Médica Panamericana, Madrid, España.
- SOKAL R. Y ROHLF F. 1979. Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Ed. H. Blume Ediciones, Madrid, España.
- TRINCHIERI A & MONTANARI E. 2017. Prevalence of renal uric acid stones in the adult. *Urolithiasis.* 45(6): 553-562.
- VELÁSQUEZ W., VARGAS A., GARCÍA A., VELÁSQUEZ D., MÁRQUEZ SEGURA L. Y SOSA R. 2022. Variaciones de elementos y compuestos inhibidores y facilitadores de la precipitación cristalina en relación al tipo de cálculo en pacientes urolitiásicos. *Servolab Sci. News.* 1(1): 18-31.
- WAGNER C., UNWIN R., LOPEZ-GARCIA S., KLETA R., BOCKENHAUER D. & WALSH S. 2023. The pathophysiology of distal renal tubular acidosis. *Nat. Rev. Nephrol.* 19(6): 384-400. doi: 10.1038/s41581-023-00699-9. Epub 2023 Apr 4. PMID: 37016093.
- ZAMBRANO N., DELL'ORO A. Y SANTA CRUZ G. 1997. Tratamiento quirúrgico de la litiasis coraliforme, evaluación a lo largo plazo. *Rev. Chil. Urol.* 62: 77-81.
- ZHANG Z., XU Q., HUANG X., LIU S. & ZHANG C. 2020. Preliminary analysis of serum electrolytes and body mass index in patients with and without urolithiasis. *J. Int. Med. Res.* 48(6): 300060520925654. doi: 10.1177/0300060520925654. PMID: 32495668; PMCID: PMC7273571.