

ARTÍCULO

Respuesta renal en sujetos sedentarios ante la ingesta de agua bicarbonatada previo a la ejecución de actividad aeróbica

MSc. Jesús L. Lozada^a; MSc. José R. Padilla^b; MSc. Manuel de J. Cortina N.^c y MSc. Luis Cardozo P.^d

^a Coordinador Kinantropometría y Nutrición Deportiva OICAFD-UNELLEZ-Venezuela; Grupo de investigación Observatorio de Investigación en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. OICAFD-UNELLEZ- Barinas-Venezuela y Miembros GIMS21-UNICORDOBA-Colombia.

^b Coordinador general Grupo de investigación Observatorio de Investigación en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. OICAFD-UNELLEZ-Venezuela; Miembros GIMS21-UNICORDOBA-Colombia y Grupo de investigación Observatorio de Investigación en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. OICAFD-UNELLEZ- Barinas-Venezuela.

^c Universidad de Córdoba, Departamento de Cultura Física, Montería_Colombia, Miembro OICAFD-UNELLEZ-Venezuela, Director del Grupo de investigación Motricidad Siglo XXI-GIMS21-UNICORDOBA-Colombia.

^d Universidad de San Buenaventura, Departamento de Educación Física, Cartagena_Colombia, Miembro GIMS21-UNICORDOBA-Colombia.

Autor para Correspondencia: Correspondencia: Jesús León Lozada Medina, Barinas, estado Barinas-Venezuela, Código postal 5201 Urb. Belén San Juan, jesusleon.lm@gmail.com teléfono: +58 4145760388; +57 3148399102.

Recibido el 17 de marzo de 2018 / Aceptado el 05 de noviembre de 2018

Introducción: El uso de ayudas ergogénicas resulta el último recurso legal dentro del deporte organizado. Además representa una opción ética para auxiliar a personas no deportistas con interés en realizar actividad física regular, cuidando su equilibrio orgánico. **Objetivo:** analizar la respuesta renal en sujetos sedentarios ante la ingesta del agua bicarbonatada, previo a la ejecución de actividad aeróbica. **Materiales y métodos:** Se evaluaron a cinco (5) sujetos del sexo masculino con edades promedio de 31 años para el grupo control y 29,3 años para el experimental, el cual ingirió una disolución al

5% de Bicarbonato de Sodio (NaHCO_3), Las muestras de pH y volumen urinario fueron tomadas antes de la prueba y luego de finalizada la misma, con un intervalo de 15 minutos para la recolección post-test.

Resultados: Se pudo evidenciar una tendencia a la alcalinidad del pH urinario en el grupo experimental siendo su valor en pre-test 6,58 y post-test en la última recolección de 7,21; mientras el grupo control mantuvo la acidez desde su valor pre-test en 6,47 manteniéndose ácido hasta 6,35. El volumen urinario mantuvo una tendencia a la reducción durante la recuperación del

Respuesta renal en sujetos sedentarios ante la ingesta de agua bicarbonatada previo a la ejecución de actividad aeróbica

ejercicio en ambos grupos. **Conclusiones:** Al monitorear la respuesta renal, se evidencia que el efecto tampón del bicarbonato se manifiesta de manera eficiente, y se considera eficaz para el grupo en estudio la tolerancia orgánica de la estrategia de elaborar disolución al 5% de concentración de NaHCO_3 .

Palabras clave: Tampones, pH, orina, Bicarbonato de Sodio, ejercicio

Abstract

Introduction: The use of ergogenic aids is the last legal resource within organized sport. It also represents an ethical option to help non-athletes with an interest in regular physical activity, taking care of their organic balance. **Objective:** to analyze the renal response in sedentary subjects before the ingestion of bicarbonated water, prior to the execution of aerobic activity. **Materials and methods:** Five (5) male subjects with an average age of 31 years were evaluated for the control group and 29.3 years for the experimental group, who ingested a 5% solution of sodium bicarbonate (NaHCO_3). The pH and urine volume samples were taken before the test and after the test, with an interval of 15 minutes for the post-test collection. **Results:** A tendency to the alkalinity of the urinary pH in the experimental group could be evidenced being its value in pre-test 6,58 and post-test in the last collection of 7,21; while the control group maintained the acidity from its pre-test value at 6.47, keeping acid until 6.35. The urinary volume maintained a tendency to decrease during exercise recovery in both groups. **Conclusions:** When monitoring the renal response, it is evident that the buffer effect of the bicarbonate is manifested efficiently, and it is considered effective for the group in study the organic tolerance of the strategy to elaborate a solution at 5% concentration of NaHCO_3 .

Keywords: tampons, pH, urine, sodium bicarbonate, exercise

Introducción

El desarrollo actual de la comunicación y el acceso a la información ha permitido que la actividad física pase a cumplir un rol importante en las sociedades modernas, al difundirse su consideración como una necesidad beneficiosa para el bienestar y la salud integral social e individual. De tal manera, que la afluencia de personas que asiste a gimnasios o parques, en sus tiempos libres, ha sido vertiginosa en las últimas décadas, ya sea por recomendación médica, voluntad propia o razones sociales. Según el Instituto Nacional de Estadística de España (1) un 38% de personas entre 25 y 44 años de edad participan en actividad física y deportes, no obstante la baja sistematización del mismo es una condición que atenta contra el efecto positivo de ella, todo a causa de las obligaciones personales y laborales, lo cual origina un estilo de vida sedentario en general, llegando al 60% de prevalencia (2).

En este orden de ideas, se considera que una persona que asiste a realizar actividad física con un objetivo de mejoramiento de salud o estética debe contar con ciertos requisitos, como la sistematización, acompañamiento profesional y suficientemente calificado, planeación correcta e individualizada. Sin embargo, contar con todo ello genera costos importantes y lleva en ocasiones a esta población a tomar atajos, para aumentar su rendimiento y posibilidades funcionales durante la práctica deportiva o de actividad física.

En este sentido, se observa el uso indiscriminado de sustancias que a juicio de la persona que las usa, mejorará su rendimiento y colaborará en el alcance de sus objetivos propuestos. Especial consideración se merecen las sustancias llamadas ergogénicas, sobre las cuales

Respuesta renal en sujetos sedentarios ante la ingesta de agua bicarbonatada previo a la ejecución de actividad aeróbica

mencionan que la mayoría de éstas se pueden categorizar como fuentes de energía potencial (3), refuerzos anabólicos, componentes celulares o agentes para la recuperación. Es de destacar que dentro de las mismas se encuentra el bicarbonato de sodio, los autores señalan que una de las sustancias orgánicas más estudiadas en los últimos años ha sido el bicarbonato de sodio (4).

Asimismo, otros estudios mencionan que al ingerir agentes que incrementan las concentraciones de bicarbonatos en el plasma sanguíneo, tales como el bicarbonato de sodio, se puede incrementar la concentración de Hidrogeniones (pH) de la sangre haciendo que esta sea más alcalina (5). Como se puede observar, la ingesta de bicarbonato de sodio puede representar un agente ergogénico de recuperación ante esfuerzos intensos, dada su enorme capacidad para incorporar en su molécula los agentes acidificantes producidos por las acciones degradantes sobre el glucógeno, la glucosa, la fosfocreatina (Crp) o el adenosin trifosfato (ATP), liberando desde el citosol cantidades de hidrogeniones (+H), los cuales difunden al torrente sanguíneo (5, 6, 7 y 8), proporcionando un estado de equilibrio mediante la participación dentro de los llamados sistemas de Tamponamiento o Buffer (4). Es así que ese control o equilibrio se logra gracias a la presencia del ácido débil que se encarga de consumir los hidroxilos (OH-) que aporta la base y la sal acepta los +H del ácido adicionado (6). Teniendo en cuenta que existen sistemas buffer intracelulares y extracelulares (4). En el caso del presente trabajo se remitirá al estudio del buffer extracelular bicarbonato - ácido carbónico (HCO_3^- - H_2CO_3) considerado el más importante (4).

En este mismo orden de ideas, los avances de la ciencia en los intrincados procesos del metabolismo, han permitido aclarar muchos conceptos desde la biología molecular. Sobre

todo en lo referente a los efectos del ejercicio en el pH, hoy se han despejado muchas dudas en torno de la acidificación del mismo, poniendo de relieve el papel de agentes reductores de protones y clarificando el juego del equilibrio ácido-base relacionado con el ejercicio físico (10).

Asimismo, se señala que una sustancia puede comportarse como ácido o base según la concentración de hidrogeniones existente en el medio donde esté disuelta (11). Por otro lado, se señala que el pH urinario suele ser variable y ácido pero menor a 6,5 y que en ejercicio intenso se observan pequeñas disminuciones (4), además, se debe mencionar la aparición de la hiperventilación como compensación respiratoria, eliminando la concentración de dióxido de carbono (pCO_2) en la sangre y sus respectivos protones o hidrogeniones (H^+). Ante esto, se destaca que en el retorno de los valores normales interviene el riñón, que recupera las bases perdidas al tiempo que acidifica la orina. De tal manera que así como el aparato respiratorio responde prácticamente de forma instantánea al incremento de ácidos, el riñón tarda horas (en situación fisiología) o incluso días (en situación patológica) en normalizar el bicarbonato gastado y así colaborar a la regulación del pH (11).

Lo anteriormente expuesto, exhibe los mecanismos de acción de las ayudas ergogénicas, cuyo uso frecuentemente está asociado exclusivamente a población de deportistas, quienes buscan una marca o un resultado competitivo específico, sin embargo, en la práctica muchos suplementos ergogénicos han trascendido a otros ámbitos específicamente a población no deportiva. Esto ha generado un posible uso indiscriminado y de dudosa efectividad, ya que en su mayoría siguen lineamientos estandarizados para sujetos deportistas.

En el caso del Bicarbonato de Sodio (NaHCO_3) se ha estado utilizando

Respuesta renal en sujetos sedentarios ante la ingesta de agua bicarbonatada previo a la ejecución de actividad aeróbica

generalmente lo que se ha establecido como dosis más efectivas, las cuales oscilan alrededor de los 300 mg/kg de masa corporal (12, 7), entre 30 y 60 minutos antes de realizar actividad física (13, 14), sin definir el porcentaje en disolución. Por lo tanto, un sujeto de 95kg que utilice esta norma, debería ingerir 27gramos de bicarbonato de sodio, en una disolución a “criterio personal”. Suponiendo que disuelve 27gramos de bicarbonato sódico en 500cc de agua, lo cual sería poco tolerable al paladar, y podría conducir a efectos negativos de tipo gastrointestinal (5, 15).

En consecuencia del desconocimiento de una dosificación adecuada del bicarbonato de sodio en cuanto a su concentración para población normal, se han originado opiniones empíricas de personas involucradas en el negocio del fitness, así como en publicaciones públicas y periódicas se divulgan títulos y frases como: “*el bicarbonato para mejorar tu rendimiento*” (16) o “*una buena dosis de bicarbonato para entrenar duro*” (17). No obstante, se ha determinado que las dosis inadecuadas de ingesta de bicarbonato pueden no producir ningún efecto por déficit (18; 13) o provocar efectos secundarios perjudiciales por exceso (15).

En el caso del sistema renal y el ejercicio, se ha estudiado la incidencia del ejercicio físico en pacientes renales, donde se manifiesta, incluso, el mejoramiento de la capacidad física (19). De la misma manera, se tiene claro que como consecuencia del ejercicio físico intenso se crea posibilidad de que la capacidad amortiguadora celular sea superada y se aumente la acidificación del organismo (6, 20) posteriormente mediante la filtración de las moléculas de Sodio (Na^+) obtenidas de bicarbonato de sodio (NaHCO_3), se elimina por vía renal un hidrogenión (H^+) por cada una de ellas (Na^+), acidificando de esta manera la orina (21).

Así mismo, algunos estudios indican la disminución el volumen urinario ante ejercicio físico (22), también que el aumento del volumen plasmático a partir de la activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona, provocaría un aumento de la retención de sodio y agua (23, 24) por lo cual las personas entrenadas tienen aumentada la retención renal de Na^+ y consecuentemente de agua durante el ejercicio (25). También se señala que la disminución del flujo sanguíneo renal disminuye la volemia urinaria (26) y que los cambios en la función renal debidos al ejercicio, se relacionan más con la intensidad de este que con su duración (27).

Si bien son conocidos los efectos ergogénicos de la ingesta de bicarbonato en humanos durante la ejecución de diversos ejercicios tanto de predominancia aeróbica (28, 29, 14), como anaeróbica (8, 30) y en distintas poblaciones deportivas (31, 28, 32, 14) y no deportivas (34, 15) se ha expandido un manejo silvestre y carente de criterio científico respecto de la dosificación y del uso de dicha sustancia para estas poblaciones sedentarias o iniciantes en la práctica regular de actividad física. Del mismo modo, el desconocimiento de las respuestas funcionales, específicamente las renales, ante la ingesta de bicarbonato, en sujetos sedentarios se presenta como una necesidad en la literatura científica.

Por lo tanto evaluar la respuesta renal ante una ingesta específica del bicarbonato de sodio que esté acorde al cuidado del organismo de sujetos no deportistas, que pueda ser tolerable a la ingestión y que sea de fácil aplicabilidad a nivel práctico y reproducibilidad a nivel científico representa una opción adecuada a las necesidades científicas existentes para esta población.

Es así que en el presente estudio, se plantea analizar la respuesta renal en sujetos sedentarios ante la ingesta del agua

Respuesta renal en sujetos sedentarios ante la ingesta de agua bicarbonatada previo a la ejecución de actividad aeróbica

bicarbonatada, previo a la ejecución de actividad aeróbica de máxima intensidad.

Materiales y métodos

Caracterización de la investigación

El presente estudio se presenta como un trabajo de campo de diseño cuasi experimental y de corte transversal. La unidad de análisis (ver tabla 1) está referida a sujetos sedentarios del sexo masculino, con

actividad física eventual y poco o nada sistemática, sin antecedentes clínicos de afecciones renales crónicas. Con respecto al universo, se conforma por cinco (5) de ellos, los cuales se dividieron en dos (2) grupos: uno control con dos (2) participantes (con una edad promedio de treinta y un (31) años) y otro experimental con tres (3) sujetos (con edad promedio de veintinueve (29) años de edad). Todos fueron previamente informados de los protocolos y procedimientos.

Tabla 1. Características descriptivas básicas de los sujetos de estudio

Grupo Experimental

Sujeto	Edad (años)	Peso (kg)	Estatura (cm)	IMC
1	29	75	176	24,2
2	33	70	170	24,2
3	26	86	174	28,4
x	29,3	77,0	173,3	25,6
ds	3,5	8,2	3,1	2,4

Grupo Control

Sujeto	Edad (años)	Peso (kg)	Estatura (cm)	IMC
1	35	73	168	25,9
2	27	89	173	29,7
x	31,0	81,0	170,5	27,8
ds	5,7	11,3	3,5	2,7

Consideraciones éticas

La información se mantuvo en absoluta confidencialidad. El estudio contó con la aprobación del Comité de Ética en Investigación Humana del Grupo de Investigación OICAFD-UNELLEZ, de igual manera, los participantes diligenciaron y firmaron la autorización de participación y el consentimiento informado. Por lo tanto el presente estudio cumplió con los estándares

éticos internacionales establecidos en la Declaración de Helsinki.

Procedimiento

Para la preparación de la disolución se aplicó el siguiente procedimiento:

Se requirió una concentración de 5% por cada 100 cc, en 250 cc de disolución. Se procedió a aplicar la siguiente formula:

$$\text{Concentración requerida (Creq)} = \frac{\% \text{ expresado en gramos (\% en gramos)} * \text{Volumen a preparar (V2)}}{\text{Vol. requerido (V1)}}$$

De esta manera al sustituir se obtiene:

$$Creq = \frac{5g * 250 \text{ ml}}{100 \text{ ml}}$$

$$Crg = 12,5g$$

Para el control de las condiciones se consideraron las siguientes actividades para ambos grupos, en el estricto orden que se muestra a continuación:

- Desayuno similar para los participantes y a la misma hora de las 7:30 a.m.
- Almuerzo con el mismo menú, 12:00m
- Bebida de 500ml de agua 30 min después de almuerzo.
- Desechar primera orina.
- Bebida de 250 ml de disolución de agua bicarbonatada al 5% de concentración (solo grupo experimental) 60 minutos antes del test
- Bebida de 250 ml de agua. (solo grupo control) 60 minutos antes del test.

Antes de la ejecución de la prueba se procedió a realizar un acondicionamiento morfofuncional específico para generar una adaptación al protocolo del test en cuestión. Dicha prueba consistía en recorrer una distancia de 20 metros, de acuerdo con un ritmo controlado por la grabación del test de Course Navette, describiéndose este test de aptitud cardiorrespiratoria de la siguiente manera: el sujeto comienza la prueba andando y la finaliza corriendo, desplazándose de un punto a otro situado a 20 metros de distancia y haciendo el cambio de sentido al ritmo indicado por una señal sonora que va acelerándose progresivamente, iniciando en 8,5 km/h con aumentos de 0,5km/h cada minuto (34).

En cuanto a la culminación de la prueba se considera cuando el sujeto no alcanza la línea inmediata, en dos (2) ocasiones, antes de que se active el próximo sonido de la grabación. Alcanzando de esta manera su máxima intensidad en condiciones aeróbicas específicamente su potencia aeróbica.

Después de culminado el test se realizaron ejercicios de recuperación activa mediante el control de la respiración. Seguidamente, se procedió a la recolección de la orina con un intervalo de 15 minutos hasta la tercera (3) muestra. Cabe resaltar que a cada muestra de orina se le midió el pH y el volumen.

Materiales

En el desarrollo del experimento se utilizaron los siguientes materiales: Buffer de pH 7.0 (disolución de acetato de sodio/ácido acético a una concentración de 0,2 mol/dm³ de ambos) medidor de pH electrónico tipo lápiz Exttech ©, matraz aforado de 100cc, agua destilada, disolución de bicarbonato al 5%, sala de demarcada en 20 metros con líneas paralelas, silbato, planilla de recolección de datos, lápiz, grabación estandarizada para el test de Course Navette.

Modelo estadístico

Se realizó un análisis descriptivo, calculándose medias, valores máximos y mínimos, desviación típica. Los análisis se realizaron con el paquete estadístico para las ciencias sociales (SPSS - Statistical Package for the Social Sciences) versión 24.0 para Windows.

Resultados

En lo referente a los resultados, se muestran a continuación los tablas de los estadísticos descriptivos para el pH y volumen urinario pre-test y post-test del grupo experimental (tabla 2) y control (tabla 3). Más adelante se explican los gráficos del comportamiento pre-test y post-test del pH (gráfico 1) y el volumen urinario (gráfico 2).

Tabla 2. Estadísticos descriptivos para los valores de pH y volumen urinario (cc) del grupo experimental.

Sujeto	Vol pre test (cc)	pH pre test	Vol 15m (cc)	pH 15m	Vol 30m (cc)	pH 30m (cc)	Vol 45m (cc)	pH 45m
1	75	6,78	36	7,01	25	8,36	n/r	n/r
2	79	6,55	n/r	n/r	102	6,82	25	7,58
3	83	6,42	67	6,48	24	6,46	33	6,89
X	79,00	6,58	51,5	6,75	50,33	7,21	29,00	7,24

Nota: Vol: Volumen; n/r: no recogió muestra

Tabla 3. Estadísticos descriptivos para los valores de pH y volumen urinario (cc) del grupo control

Sujeto	Vol pre test (cc)	pH pre test	Vol 15m (cc)	pH 15m	Vol 30m (cc)	pH 30m (cc)	Vol 45m (cc)	pH 45m
1	82	6,38	47	6,62	17	6,35	n/r	n/r
2	82	6,55	43	6,63	n/r	n/r	n/r	n/r
X	82,00	6,47	45,00	6,63	17,00	6,35		

Nota: Vol: Volumen; n/r: no recogió muestra

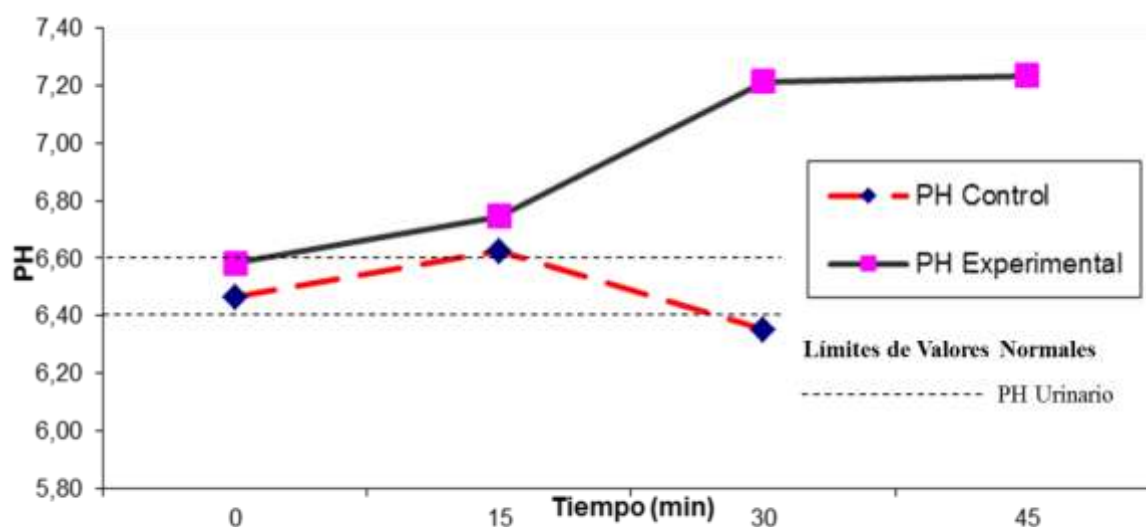


Gráfico 1. Comportamiento del pH de los grupos control y experimental en relación con el tiempo de las muestras programadas.

Respuesta renal en sujetos sedentarios ante la ingesta de agua bicarbonatada previo a la ejecución de actividad aeróbica

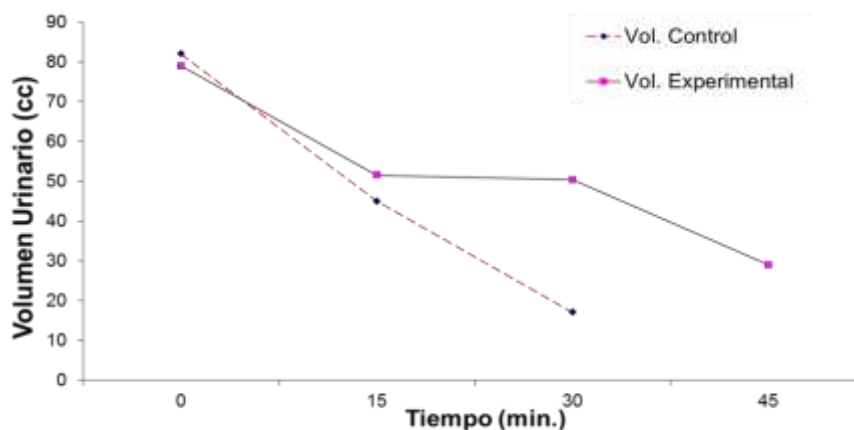


Gráfico 2. Comportamiento del volumen (cc) de los grupos control y experimental en relación con el tiempo de las muestras programadas.

En la tabla 2, el grupo presenta en cuanto al volumen pre-test se ubica en un promedio de 79 cc y una desviación estándar (ds) de 4,00; el pH pre-test demuestra una media de 6,58 con una ds de 0,18; los valores post-test del volumen tienen una media de 51.1cc para los 15 minutos, destacando que el sujeto Nº 2 no recogió muestra en esa oportunidad y el pH de los 15 minutos promedia 6,75; el promedio del volumen a los 30 minutos se encuentra en 50,3 destacando que el sujeto Nº 2 recogió 102cc, valor que supera cuatro (4) veces a los del volumen 30 minutos de los otros dos sujetos lo cual hace que la ds presente un valor elevado (40,8).

En la tabla 3 se presenta que el volumen urinario pre-test se mantuvo constante en 82cc y su pH se ubicó en 6,47. Luego los valores promedio post-test arrojaron una media de 45cc para el volumen a los 15 minutos y en la segunda toma, a los 30 min, solo el sujeto número uno (Nº 1) logró recogerla presentando de 17cc con un pH de 6,35; para la muestra programada a los 45 minutos ninguno de los sujetos logró recoger muestra de orina.

En el gráfico 1 se observa para el grupo control cómo el pH promedio de la muestra

pre-test (6,47) presenta una leve tendencia hacia la alcalinidad en la primera muestra post-test (6,63) aunque manteniéndose ácido, para luego dirigirse de nuevo a la acidez (6,35) situándose más ácido que el valor inicial pre-test. En lo que respecta al grupo experimental se observa una tendencia hacia la alcalinidad desde el valor pre-test 6,58.

En cuanto al volumen del grupo control (gráfico 2) se evidencia la propensión fuerte a la disminución del valor promedio desde la muestra pre-test (82cc) hasta las muestras post-test (45cc a los 15 min; 17cc a los 30 minutos). En relación al grupo experimental se nota la tendencia a la disminución del volumen; sin embargo, el volumen promedio de su muestra del minuto 30 post-test (50,3 cc) casi triplica a la muestra del minuto 30 post-test del grupo control (17cc) y aún en el minuto 45 mantiene un valor evidentemente superior que la última recolección del grupo control. Se debe mencionar que los volúmenes urinarios pre-test presentan promedios parecidos para ambos grupos siendo el grupo control ligeramente mayor (82cc) que el experimental (79cc).

Discusión

En relación con los resultados encontrados en el experimento que se llevó a cabo, se evidencia que el pH urinario pre-test para el grupo control (pH=6,47) y experimental (pH=6,58) se ubican con valores cercanos a la referencia en reposo o actividades a baja intensidad de $\text{pH} < 6,55$ (4). Ahora bien, el comportamiento del pH urinario del grupo control destaca una tendencia hacia la alcalinidad al minuto 15 post-test, seguramente causado por la reacción del buffer extracelular bicarbonato-ácido carbónico ($\text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{CO}_3$) y se infiere que el pH vuelve en dirección hacia la acidez (pH=6,35) en el minuto 30.

Lo cual puede originarse en la incapacidad de compensar completamente la acidez muscular presentada por los sujetos, dando origen a la aparición de la regulación renal, siendo la principal función fisiológica del riñón la de regular la excreción de sustancias inorgánicas (26). Esta regulación pudiese tardar horas (en situación fisiológica) o incluso días en normalizar el bicarbonato gastado y ayudar a la regulación del pH (11), todo esto mediante la eliminación de H^+ por la orina lo cual eleva la acidez de la misma.

En tal sentido, el pH urinario del grupo experimental, muestra una tendencia importante hacia la alcalinidad desde el valor pre-test (pH=6,58) hasta el valor al minuto 45 post-test (pH=7,24) ubicándose incluso (como se puede observar en el gráfico 1) dentro del rango del pH sanguíneo normal y tornándose alcalino para el rango del pH urinario. Esto se corresponde con lo expresado por investigadores del área (5), quienes explican que el bicarbonato sódico participa incrementando la capacidad buffer o de tamponamiento frente a la liberación de protones H^+ en el entorno citosólico (35). De esta manera se genera una tendencia hacia la alcalinidad en la sangre hasta regular el

pH, situación parecida a los resultados encontrados en la investigación.

De igual forma se indica que entre los principales efectos que tiene la ingesta del bicarbonato sódico respecto de la práctica deportiva, se resumen: aumento de las reservas alcalinas ante un ejercicio intenso, luchar contra la fatiga muscular producto de una elevación de lactato sanguíneo y facilitar la recuperación (36). Sin embargo, hay que considerar algunos riesgos derivados por la ingesta de bicarbonato como supresor de la acidez producida por el ejercicio intenso. Ante esto se señala que a pesar de que el bicarbonato se ha usado como remedio para la indigestión, se han reportado graves molestias gastrointestinales, incluida diarrea, calambres e hinchazón al usar dosis elevadas de bicarbonato (5).

Dichos efectos no fueron reportados en el grupo experimental del presente estudio, seguramente causado por la dosis regulada (5%) de disolución de bicarbonato ingerido (250ml). Dentro de este marco de ideas, se menciona que los efectos secundarios indicados pueden evitarse según metodología propuesta en el presente estudio, que a pesar de considerar una dosis estándar se ajusta la concentración a la cantidad de líquido ingerido, evitando consecuentemente efectos secundarios perjudiciales.

Por otra parte, la reducción progresiva del volumen urinario, evidenciada en el experimento, se ajusta a lo señalado por los autores (22, 23, 24, 25,26), quienes explican cómo los riñones reducen su excreción (diuresis) en un esfuerzo por prevenir altos niveles de deshidratación, además de la producida por la pérdida de agua durante el ejercicio ante el incremento del calor corporal. Este efecto se puede comprender mejor al explicar la acción de la aldosterona, la cual manifiestan que estimula la reabsorción el sodio en los riñones y puesto que el agua sigue al sodio, ésta conservación

Respuesta renal en sujetos sedentarios ante la ingesta de agua bicarbonatada previo a la ejecución de actividad aeróbica

renal del sodio requiere que los riñones también retengan agua (5). Por otro lado, se encuentra la hormona antidiurética (ADH) y también por el aumento de la Hormona Antidiurética (ADH) estimulada en parte por la angiotensina II, que al igual que la aldosterona, favorece la reabsorción de agua en los riñones, lo que conlleva la conservación del agua y en consecuencia la conservación del volumen urinario.

Por lo cual, en el experimento se alcanzó una alta intensidad en zona de potencia aeróbica, activando los mecanismos de aumento del plasma y por consiguiente se disminuye la volemia urinaria, coincidiendo dicho resultado con los hallazgos de la literatura (22, 26). Siendo la disminución del volumen urinario más acelerado en el grupo control, mientras que el experimental presentó un ritmo más paulatino de disminución del volumen de orina, favoreciendo la excreción urinaria y por consiguiente la función de limpieza renal del exceso de H^+ .

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados encontrados durante el monitoreo de la respuesta renal, se puede manifestar, amparados en la tendencia del pH urinario hacia la alcalinidad (grupo experimental) y la leve disminución de acidez del pH urinario para aumentar posteriormente (en el grupo control), que para el grupo de sujetos sedentarios evaluados, el efecto buffer del bicarbonato se manifiesta de manera eficiente, mediante la estrategia de elaborar disolución al 5% de concentración de $NaHCO_3$. Por otra parte, se reafirma la importancia del sistema renal en la pérdida de H^+ para disminuir los altos niveles de acidez en el organismo, causados por ejercicios progresivos y de alta intensidad en zona de potencia aeróbica, consiguiendo como consecuencia acelerar el proceso de recuperación ante la fatiga producida por los altos niveles de ácidos (H^+) en el organismo.

Es importante señalar que para el uso de ayudas ergogénicas en el ejercicio, deben considerarse los límites de tolerancia del organismo ante las mismas, cuidando en primera instancia el equilibrio homeostático y orgánico del sujeto a quien se le administra. Aunado a ello, han de existir criterios de eticidad para la suministración del bicarbonato, en función de la preservación de la salud de quien recibe esta ayuda ergogénica.

Finalmente se recomienda profundizar en estudios similares pudiendo realizar trabajos con muestras poblacionales (n) más amplias para evaluar la posibilidad de extrapolación de la estrategia de suplementación experimentada, para sujetos sedentarios que se inician en programas de entrenamiento físico de resistencia y desarrollo de la potencia aeróbica.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

FINANCIACIÓN

Los autores declaran que el trabajo es totalmente autofinanciado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. INEE. Encuesta Nacional de Salud 2006. Madrid: Instituto Nacional de Estadística y Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. 2008.
2. Pérez D, Requena C, Zubiaur M. Evolución de motivaciones, actitudes y hábitos de los estudiantes de la facultad de ciencias de la actividad física y del deporte de la universidad de león. Motricidad. European Journal of Human Movement. 2005; (14):65-79.
3. Ramírez, F. y Silva, C. Estudio sobre los efectos de la suplementación con bicarbonato de sodio en la fatiga de ciclistas

- de montaña amateurs [Trabajo de Grado de Licenciatura en línea]. Universidad de Chile, Escuela de Kinesiología. 2005. Recuperado a partir de: http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2005/ramirez_f/sources/ramirez_f.pdf.
4. López, J. y Fernández, A. Fisiología del Ejercicio (3ª ed.). Madrid, España: Panamericana.; 2006.
 5. Wilmore, J y Costill, D. Fisiología del Esfuerzo y el deporte (5ª ed.). España: Paidotribo.; 2005.
 6. Robergs RA. Exercise-induced metabolic acidosis: Where do the protons come from?. SportSciencie. 2001; Recuperado de <http://jzbz.sportsci.org/jour/0102/rar.htm>
 7. Santesteban Moriones, V., & Ibáñez Santos, J. Ayudas ergogénicas en el deporte. Nutrición Hospitalaria. 2017; 34(1), 204-215. doi: 10.20960/nh.997
 8. Escribano, C. y Hernández, E. (). Effect of sodium bicarbonate in performance at the Wingate test. AGON International Journal of Sport Sciences. 2012; 2 (2), 77-84. doi: 10.1519/JSC.0b013e318181febe
 9. Murray, R. Bioquímica de Harper (15ª ed.). México: Atlante.; 2001
 10. Robergs, Robert A. Blood acid-base buffering: Explanation of the effectiveness of bicarbonate and citrate ingestion. Journal of Exercise Physiology Online. 2002; 5(3), pp. 1-5. Recuperado a partir de <https://eprints.qut.edu.au/96877/>.
 11. Calderón, F. Fisiología Aplicada al deporte. Colombia: Kinesis. 2006
 12. Siegler, J.C., Marshall, P.W.M., Bray, J., & Towlson, C. Sodium bicarbonate supplementation and ingestion timing. Journal of Strength and Conditioning Research. 2012; 26, 1953–1958. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182392960
 13. Jones, R., Stellingwerff, T., Artioli, G., Saunders, B., Cooper, S., & Sale, C. Dose-Response of Sodium Bicarbonate Ingestion Highlights Individuality in Time Course of Blood Analyte Responses. International Journal Of Sport Nutrition And Exercise Metabolism. 2016; 26(5), 445-453. doi: 10.1123/ijsnem.2015-0286.
 14. Siegler, J., Marshall, P., Bishop, D., Shaw, G., & Green, S. Mechanistic Insights into the Efficacy of Sodium Bicarbonate Supplementation to Improve Athletic Performance. Sports Medicine – Open. 2016; 2(1). doi: 10.1186/s40798-016-0065-9
 15. Carr AJ, Slater GJ, Gore CJ, Dawson B, Burke LM. Effect of sodium bicarbonate on [HCO₃⁻], pH, and gastrointestinal symptoms. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 2011; 21, 189-194. Recuperado a partir de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21719899>
 16. Harrison Sport Nutrition S.L. Bicarbonato de Sodio para mejorar el rendimiento. España. 2013; Recuperado a partir de <https://www.hsnstore.com/blog/bicarbonato-de-sodio-para-mejorar-rendimiento/>
 17. Más musculo Strongsite. Una buena dosis de bicarbonato de sodio para entrenar duro. España. 2013; Recuperado de <https://www.masmusculo.com.es/research/una-buena-dosis-de-bicarbonato-de-sodio-para-entrenar-duro/>
 18. Siegler, J.C., Midgley, A.W., Polman, R.C., & Lever, R. Effects of various sodium bicarbonate loading protocols on the time-dependent extracellular buffering profile. 2010; Journal of Strength and Conditioning Research, 24, 2551–2557. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181aeb154.
 19. Bolaños, L., Mesa, L., Vázquez, C., Lavilla, J., & Errasti, P. Ejercicio físico e insuficiencia renal crónica. Revista de Medicina de la Universidad de Navarra. 2017; 0, 38. Recuperado a partir de <https://www.unav.edu/publicaciones/revistas/index.php/revista-de-medicina/article/view/7000>
 20. Robergs, R. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. AJP: Regulatory, Integrative And Comparative Physiology. 2004; 287(3), R502-R516. doi: 10.1152/ajpregu.00114.2004

Respuesta renal en sujetos sedentarios ante la ingesta de agua bicarbonatada previo a la ejecución de actividad aeróbica

21. Bustamante, G. y Córdón C. Amortiguadores (buffers), Revista de Actualización Clínica. 2013; Volumen 40. Recuperado a partir de http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/raci/v40/v40_a03.pdf
22. Chapman, C. B., Henschel, A., Minckler, J., Forsgren, A., & Keys, A. The effect of exercise on renal plasma flow in normal male subjects. *Journal of Clinical Investigation*, 1948; 27(5), 639–644. doi: 10.1172/JCI102011
23. Milledge JS, Bryson EI, Catley DM, Hesp R, Luff N y cols. Sodium balance, fluid homeostasis and the renin-aldosterone system during the prolonged exercise of hill walking. *Clin Sci* 1982; 62: 595-604. Recuperado a partir de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7083752>
24. Öpstad PK, Oktedalen O, Aakvaag A, Fonnum F, Lund PK. Plasma renin activity and serum aldosterone during prolonged physical strain. *Eur J Physiol* 1985; 54: 1-6. Recuperado a partir de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3894014>
25. Convertino VA, Brock PJ, Keil LC, Bernauer EM, Greenlead JE. Exercise training-induced hypervolemia; role of plasma albumin, renin and vasopressin. *J Appl Physiol* 1980; 48: 665-669. Recuperado a partir de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6991463>
26. Bustamante J., Pérez Redondo, J., De Paz, J. (.) La actividad física como modificadora de la función renal. Revisión histórica. *Nefrología (Madr.)*. 2002; 22:15-23. Recuperado a partir de <http://www.revistanefrologia.com/es-publicacion-nefrologia-articulo-la-actividad-fisica-como-modificadora-funcion-renal-revision-historica-X021169950201446X>
27. McInnis, M., Newhouse, I., von Duvillard, S. and Thayer, R. The effect of exercise intensity on hematuria in healthy male runners. *European Journal of Applied Physiology*, 1998; 79(1), pp.99-105. doi: 10.1007/s004210050480.
28. Noordhof, D. A. Dietary supplements to improve energy metabolism during long-track speed skating. *Sport en Geneeskunde. The Flemish/Dutch Journal of Sports Medicine*, 2015; 47(3), 6-18. Recuperado a partir de: <https://research.vu.nl/en/publications/dietary-supplements-to-improve-energy-metabolism-during-long-trac>
29. Zajac, A. Waskiewics, Z. Langfort, J. Cholewa, J. y Poprzecki, S. Efectos de la Ingesta de Bicarbonato de Sodio sobre el Rendimiento de Natación en Atletas Jóvenes. *PubliCE Standard*. 2014; Recuperado a partir de: <https://g-se.com/efectos-de-la-ingesta-de-bicarbonato-de-sodio-sobre-el-rendimiento-de-natacion-en-atletas-jovenes-1121-sa-457cfb271c614d>
30. Christensen, P., Shirai, Y., Ritz, C., & Nordsborg, N. Caffeine and Bicarbonate for Speed. A Meta-Analysis of Legal Supplements Potential for Improving Intense Endurance Exercise Performance. *Frontiers In Physiology*, 2017; 8. doi: 10.3389/fphys.2017.00240.
31. Van Montfoort, M., Van Dieren, L., Hopkins, W., & Shearman, J. Effects of Ingestion of Bicarbonate, Citrate, Lactate, and Chloride on Sprint Running. *Medicine & Science In Sports & Exercise*. 2004; 36(7), 1239-1243. doi: 10.1249/01.mss.0000132378.73975.25
32. Driller, M., Gregory, J., Williams, A., & Fell, J. The Effects of Chronic Sodium Bicarbonate Ingestion and Interval Training in Highly Trained Rowers. *International Journal Of Sport Nutrition And Exercise Metabolism*, 2013; 23(1), 40-47. doi: 10.1123/ijsnem.23.1.40
33. Shelton, J. and Kumar, G. Sodium Bicarbonate—A Potent Ergogenic Aid?. *Food and Nutrition Sciences*. 2010; 01(01), pp.1-4. doi: 10.4236/fns.2010.11001.
34. Léger L, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for

Respuesta renal en sujetos sedentarios ante la ingesta de agua bicarbonatada previo a la ejecución de actividad aeróbica

aerobic fitness. Journal of Sports Sciences.
1988;6(2):93-101.

doi:

10.1080/02640418808729800

35.Roig, J. L. Metabolismo Energético
(Mioenergía): Un análisis de los Errores de
Interpretación. PubliCE Standard. 2002;

Recuperado a partir de: <https://g->

[se.com/metabolismo-energetico-
mioenergia-un-analisis-de-los-errores-de-
interpretacion-136-sa-H57cfb27107b3e](https://g-se.com/metabolismo-energetico-mioenergia-un-analisis-de-los-errores-de-interpretacion-136-sa-H57cfb27107b3e).

36.Manzo, J. Bases Teóricas del
Entrenamiento Deportivo. Madrid, España:
Gymnos. 1996.

Para Citar este Artículo:

Lozada M.; Jesús L.; Padilla A., José R.; Cortina N., Manuel de J. y Cardozo P., Luis. Respuesta renal en sujetos sedentarios ante la ingesta de agua bicarbonatada previo a la ejecución de actividad aeróbica. Rev. Arch. Soc. Chil. Med. Deporte. Vol. 63. Num. 2, Julio-Diciembre (2018), ISSN 0719-7322, pp. 01-13.

Las opiniones, análisis y conclusiones del autor son de su responsabilidad
y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Archivos de la Sociedad
Chilena de Medicina del Deporte**.

La reproducción parcial y/o total de este artículo
debe hacerse con permiso de la **Revista Archivos de la Sociedad Chilena de Medicina
del Deporte**.