

Título del trabajo: Efecto del refresco de cola sobre los huesos.

Clave del proyecto: CIN2012A10139

Escuela de procedencia: Preparatoria de la Universidad Insurgentes plantel Xola.

Autores: Hernández Arcadia Jessica, Soriano Ventura Daniela, Vivó Vázquez Valeria, Villafán Monroy Horacio (asesor).

Área del conocimiento: Ciencias Biológicas, Químicas y de la Salud.

Disciplina: Biología.

Tipo de investigación: Experimental.

Lugar: Ciudad de México, D.F.

Fecha: 15 de febrero de 2013.



RESUMEN

Los huesos son parte importante del soporte que mantiene a nuestro cuerpo y existen muchos factores que pueden alterar su composición y resultar dañinos para nuestra salud. Uno de éstos se refiere a los alimentos que ingerimos. En el caso de los huesos la cantidad de calcio es importante para el mantenimiento del tejido óseo. En nuestro país, los refrescos de cola se consumen en gran cantidad y debido a que contienen fósforo y magnesio, pueden impedir la absorción del calcio en los huesos y contribuir al deterioro de los mismos en perjuicio de nuestra salud. En este trabajo analizamos el efecto de la incubación de huesos de pollo con refresco de cola teniendo como parámetro para analizar el peso y la morfología de los mismos. Los huesos de pollo fueron incubados en refresco de cola, café, agua, leche de vaca, leche de soya y vinagre durante tres semanas a 4°C. Posteriormente se pesaron. Encontramos que el peso de los huesos disminuyó después de haberlos incubado con refresco de cola y vinagre en comparación con el peso que tenían antes de iniciar el experimento. Detectamos que los huesos incubados en el refresco de cola tenían una consistencia flexible y se rompían fácilmente al aplicarles un poco de presión. Podemos decir que, de acuerdo a nuestros resultados, la exposición de los huesos de pollo al refresco de cola provoca que pierdan su densidad y adquieran una consistencia flexible por lo que son proclives a romperse.

Palabras clave: huesos, refresco de cola, fractura, calcio, alimentación.

ABSTRACT

The bones are an important part of the support that keeps our body and there are many factors that can alter its composition and be harmful to our health. One of these factors relates to the food we eat. The amount of bone calcium is important for the maintenance of bone tissue. In our country, cola drinks are consumed in large quantities and because they contain phosphorus and magnesium, they can prevent the absorption of calcium in the bones and contribute to the deterioration of them in detriment of our health. Here we analyze the effect of cola beverages on the weight and morphology of bones. Chicken bones were incubated with cola, coffee, water, cow's milk, soy milk and vinegar for three weeks at 4°C. Subsequently, they were weighed. We found a decreased weight of the bones after having been incubated with cola drinks and vinegar in comparison with their former weight before the beginning of the experiment. We detected that



bones incubated in cola beverage had lost their hardness and became flexible. They could be easily broken applying some pressure. We can say that, according to our results, exposure of chicken bones to cola drinks cause them to lose their density and to acquire a flexible consistency so they are prone to breaking.

Keywords: bones, cola drinks, fracture, calcium, food.

INTRODUCCIÓN

El esqueleto que brinda soporte al cuerpo humano está compuesto principalmente por tejido óseo, el cual forma a los huesos (1). Éstos constituyen parte fundamental de nuestro cuerpo debido a que le brindan sustento, le dan forma y ayuda para moverse, además de que protegen órganos vitales (2). Es debido a lo anterior que su cuidado y bienestar adquieren gran relevancia para nuestra salud; sin embargo, existen muchos factores que pueden perjudicar su estado, uno de ellos es la alimentación. La participación de la alimentación en el cuidado o deterioro de los huesos radica en la cantidad de calcio que se ingiere. Muchos alimentos brindan este mineral y contribuyen a su absorción, pero algunos otros perjudican o impiden que el organismo lo aproveche, por ello es necesario conocer que alimentos afectan la salud de los huesos. Una de las bebidas que más se ingieren en nuestro país es el refresco de cola, el cual contiene fósforo y magnesio que ingeridos en grandes cantidades impiden la asimilación del calcio (3). En este trabajo utilizaremos a los huesos de pollo como un modelo para valorar los efectos de una bebida de cola en el peso y la morfología de los mismos.

La hipótesis de nuestro trabajo es que la incubación de los huesos en el refresco de cola hará disminuir el peso de los mismos y modificará su morfología.

Nuestro trabajo tiene como objetivo general analizar el efecto del refresco de cola sobre los huesos de pollo. Los objetivos específicos son determinar si existe variación en el peso de los huesos y describir la morfología de éstos después de haber estado en contacto con la bebida de cola.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El tejido óseo está formado por células y un material intercelular calcificado llamado matriz ósea. Las células son los osteocitos, osteoblastos y los osteoclastos. Los huesos representan un tejido vivo que se alimenta al igual que el resto de los tejidos de nuestro cuerpo para estar en buenas



condiciones (4). Los osteocitos son las células que se encargan de alimentar a los huesos y se encuentran distribuidas por todo el tejido óseo. Los huesos van cambiando durante la vida de un individuo, por medio de un proceso de remodelación, que destruye el tejido óseo viejo y forma uno nuevo. Las células encargadas de llevar a cabo éste son los osteoblastos y se sabe que se requieren de aproximadamente siete años para renovar el esqueleto de manera completa. Durante el crecimiento en la juventud, los osteoblastos son los encargados de realizar esta remodelación, pero a partir de los cuarenta años, aproximadamente, esta función recae en los osteoclastos (4). La matriz ósea se encuentra mineralizada debido a la presencia del mineral óseo hidroxiapatita de calcio $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ que forma cristales. Esta mineralización hace que el tejido óseo sea muy duro y que pueda proporcionar sostén y protección. Debido a su contenido mineral los huesos representan un reservorio de calcio y fosfato que pueden trasladarse a la sangre de acuerdo a las necesidades fisiológicas del cuerpo (5). La matriz ósea también contiene una serie de proteínas que forman la sustancia fundamental del tejido óseo. La principal proteína es el colágeno y cuando ésta es removida del hueso, éste es tan frágil que se rompe con los dedos (5).

Si se corta por la mitad un hueso, se observa que el tejido óseo se presenta en dos tipos diferentes: sólido o compacto y esponjoso o trabecular. El tejido compacto se encuentra principalmente en la parte superficial de los huesos así como en la región central de los huesos largos, mientras que el esponjoso se localiza en los extremos de los huesos largos (4).

En el cuerpo humano, los huesos están relacionados con las siguientes seis funciones: soporte, locomoción, protección de órganos, almacén de componentes químicos, alimentación y transmisión del sonido (4).

Para fortalecer el esqueleto se recomienda beber leche e ingerir otros productos lácteos (como el queso de bajo contenido en grasa o el yogur helado). Todos estos alimentos contienen calcio, que ayuda a endurecer y fortificar los huesos (6).

Una de las principales enfermedades del tejido óseo es la osteoporosis que provoca que los huesos se vuelvan frágiles y más propensos a fracturarse. Generalmente, el hueso pierde densidad, ya que pierde calcio y otros minerales. La osteoporosis se presenta cuando el organismo no es capaz de formar suficiente hueso nuevo, cuando gran cantidad del hueso existente es



reabsorbido por el cuerpo o en ambos casos (7). El calcio es uno de los minerales necesarios para la formación de los huesos. Si uno no obtiene suficiente calcio o vitamina D o si el cuerpo no absorbe suficiente calcio de la dieta, los huesos pueden volverse frágiles y más propensos a fracturas (7).

Existen diferentes factores que se encuentran asociados con la pérdida ósea y su fragilidad, entre ellos se encuentran: la disminución de los niveles de estrógenos en las mujeres y de los de testosterona en los hombres, la postración en una cama, algunas afecciones médicas, algunos medicamentos, ingerir grandes cantidades de alcohol y el tabaquismo (7).

Otro factor que se ha asociado con el desarrollo de debilidad en los huesos, fracturas y osteoporosis es el consumo de bebidas de cola. Se han realizado diferentes estudios tanto a nivel epidemiológico como en animales de laboratorio para analizar esta relación. Wyshak y Frisch (8) reportaron en 1994 un estudio epidemiológico en el que encontraron una asociación entre el consumo en grandes cantidades de refresco de cola y la presencia de fracturas en mujeres adolescentes pero no en varones de una edad equivalente. El consumo de litro y medio de refresco de cola por semana en niños tuvo una correspondencia con la presencia de niveles bajos de calcio en su sangre (9). En otro trabajo se encontró que la ingesta aguda de refresco de cola en ratas jóvenes y maduras hacía que los niveles de calcio y fosfato en sangre se elevaran (10). El consumo *ad libitum*, durante dos meses, de refresco de cola en ratas ovariectomizadas provocó una disminución en la densidad mineral de sus huesos femorales y niveles bajos de calcio en sangre (11). Diferentes estudios en tiempos recientes han corroborado esta relación entre el consumo de refresco de cola y la posibilidad del desarrollo de fracturas en los huesos (12, 13, 14).

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

Material biológico: se utilizaron huesos de pollo adquiridos en los mercados de la ciudad de México.

Substancias: el refresco de cola, la leche de vaca, el vinagre, el café, y la leche de soya se adquirieron de tiendas comerciales.



El proceso que se siguió fue el siguiente.

- 1.- Los huesos se limpiaron completamente de la carne que tuvieran adherida y se pesaron individualmente en una balanza electrónica (Modelo Bale-500).
- 2.- Se colocaron tres huesos en frascos de vidrio con tapa hermética que contenían las siguientes soluciones: refresco de cola, café soluble, leche de vaca, leche de soya, vinagre y agua. Cada frasco tenía la suficiente cantidad de cada solución para cubrir en su totalidad los tres huesos.
- 3.- Los frascos se incubaron durante tres semanas a 4°C cambiando la solución cada semana.
- 4.- Posteriormente cada hueso se pesó en una balanza electrónica y se tomaron fotografías de cada grupo para analizar visualmente su morfología.
- 5.- Este experimento se repitió dos veces más.

Los datos de los pesos de los huesos se analizaron con la prueba de t de Student de dos muestras pareadas del programa Excel de Microsoft Office 2010.

Con la finalidad de observar la morfología de las células de los huesos después de la incubación en el refresco de cola, en el agua y la leche de vaca se realizó el siguiente procedimiento de tallado (15):

- 1.- Se hizo un corte grueso con una sierra de diente fino (longitudinal o transversal) de la pieza.
- 2.- Sobre una lija de grano medio se desbastó el corte por ambas caras hasta alcanzar, aproximadamente, medio milímetro de espesor.
- 3.- El corte se colocó sobre una lija de agua, humedecida con alcohol, y se adelgazó y pulió hasta quedar lo más transparente posible.
- 4.- La sección obtenida se lavó con etanol y se dejó incubando en xilol durante veinticuatro horas.
- 5.- Los cortes se tiñeron con anilina.
- 6.- Se montaron en portaobjetos cubiertos con resina.



7.- Los cortes se observaron al microscopio.

RESULTADOS

LA INCUBACIÓN CON REFRESCO DE COLA DISMINUYÓ EL PESO DE LOS HUESOS

El análisis estadístico de los pesos de los huesos después de haberlos incubado en las diferentes sustancias y compararlo con el peso que tenían al iniciar el proceso mostró que después de tres semanas de estar en contacto con el refresco de cola los huesos disminuyeron su peso (Tabla 1) (Fig.1).

En el caso de los huesos que estuvieron en contacto con el vinagre también hubo un decremento en el peso de los mismos al finalizar el experimento (Tabla 1) (Fig. 2).

Los huesos que permanecieron en agua incrementaron su peso.

Para las soluciones de la leche de vaca, la leche de soya y el café no se encontraron diferencias significativas en el peso de los huesos después del experimento.

EL REFRESCO DE COLA VUELVE FLEXIBLES A LOS HUESOS DE POLLO

La observación macroscópica de los huesos que permanecieron en el refresco de cola evidenció que éstos adquirieron un color muy oscuro y al tacto su consistencia no era dura sino más bien flexible, de tal forma que al aplicarles un poco de presión con las manos la mayoría de los huesos se rompían, sobre todo de los extremos (Fig. 3)

Los huesos incubados en vinagre no cambiaron de color y se volvieron muy elásticos (Fig.4). Al igual que los huesos que se incubaron con el refresco de cola, la mayoría también podían quebrarse al aplicarles presión leve.

En el caso de los huesos que estuvieron en presencia de café notamos que su superficie mostraba unas estrías a lo largo. También adquirieron una coloración oscura.

Los huesos que se mantuvieron en agua adquirieron en su superficie una consistencia resbaladiza.

Al permanecer en la soya, los huesos presentaron una coloración amarillenta.

La leche de vaca no provocó ningún cambio en la apariencia externa de los huesos.



CONCLUSIONES

Uno de los grandes problemas de salud pública que tenemos en México es el de la obesidad (16) que es el resultado de una alimentación mal equilibrada con respecto a los nutrientes que ingerimos. Este desequilibrio en nuestra alimentación trae consecuencias severas para nuestra salud y con ello hace que el gasto por individuo y a nivel gubernamental para la atención de las afecciones que se derivan de una alimentación inadecuada sea alto.

La ingesta de bebidas de cola (y en general de muchos refrescos) en nuestro país contribuye de manera significativa al problema de obesidad ya que para muchas personas representan la principal aportación calórica en su dieta (17).

Otra de las afecciones que conlleva la ingesta de refrescos, además de los trastornos de sobrepeso, es la presencia de la osteoporosis en las personas que consumen refrescos de cola. Las personas que tienen osteoporosis presentan una fragilidad en sus huesos, por la pérdida de calcio, lo que es un factor que puede provocar fracturas. Diferentes estudios, ya sea a nivel epidemiológico o experimental, han aportado evidencia de que los refrescos de cola están asociados a problemas de fragilidad ósea (8-14), sin embargo no encontramos alguno que directamente probara el efecto de estas bebidas en los huesos. En nuestros experimentos, encontramos una disminución en el peso de los huesos que se trataron con el refresco de cola. Algún componente de estas bebidas debe estar ejerciendo un efecto parecido al que produce el vinagre en los huesos, ya que esta sustancia, en nuestros experimentos, también provocó que los huesos disminuyeran su peso. Otro efecto que compartieron el refresco de cola y el vinagre fue el de hacer que los huesos perdieran su densidad y adquirieran una consistencia flexible, lo que permitió que con una presión leve se rompieran, especialmente de los extremos. La desmineralización es altamente probable y proponemos para experimentos futuros, hacer una medición de los niveles de calcio en los huesos. También es posible que la disminución en el peso y densidad ósea se deban a que el refresco de cola está afectando además a las proteínas de la matriz ósea, probablemente a algún tipo de colágeno, por lo que planteamos que también podría estudiarse la composición del colágeno en estos huesos.



En conclusión, los datos de nuestro trabajo muestran que, *in vitro*, el refresco de cola induce un decremento en el peso de los huesos y hace que éstos pierdan su densidad, y se vuelvan flexibles y frágiles.

FUENTES DE CONSULTA.

- 1.- Junqueira L.C., Carneiro J. 1981. Histología básica. 2ª. Edición. Editorial Salvat. Barcelona, España. pp: 135-158.
- 2.- Enfermedades de los huesos. www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/bonediseases.html
- 3.- Guía de los suplementos de calcio. Universidad de Arizona. www.ag.arizona.edu/pubs/health/az1179.pdf
- 4.- <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/37/htm/fis.htm>. La física en la medicina. María Cristina Piña Bárbara. Fondo de Cultura Económica, Colección La ciencia para todos.
- 5.- Ross M H, Pawlina W. Histología. 2008. 5ª. Edición. Editorial Médica Panamericana. P 219.
- 6.- http://kidshealth.org/kid/en_espanol/cuerpo/bones_esp.html. Tus huesos.
- 7.- <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000360.htm> Osteoporosis.
- 8.- Wyshak G, Frisch RE. 1994. Carbonated beverages, dietary calcium, the dietary calcium/phosphorus ratio, and bone fractures in girls and boys. J Adolesc Health 15(3):210-215.
- 9.- Mazariegos-Ramos E, Guerrero-Romero F, Rodríguez-Morán M, Lazcano-Burciaga G, Paniagua R, Amato D. 1995. Consumption of soft drinks with phosphoric acid as a risk factor for the development of hypocalcemia in children: a case-control study. J Pediatr 126(6):940-942.
- 10.- Amato D, Maravilla A, Montoya C, Gaja O, Revilla C, Guerra R, Paniagua R. 1998. Acute effects of soft drink intake on calcium and phosphate metabolism in immature and adult rats. Rev Invest Clin 50(3):185-189.



- 11.- García-Contreras F, Paniagua R, Avila-Díaz M, Cabrera-Muñoz L, Martínez-Muñiz I, Foyo-Niembro E, Amato D. 2000. Cola beverage consumption induces bone mineralization reduction in ovariectomized rats. Arch Med Res. 31(4):360-365.
- 12.- Ma D, Jones G. 2004. Soft drink and milk consumption, physical activity, bone mass, and upper limb fractures in children: a population-based case-control study. Calcif Tissue Int. 75(4):286-291.
- 13.- Ogur R, Uysal B, Ogur T, Yaman H, Oztas E, Ozdemir A, Hasde M. 2007. Evaluation of the effect of cola drinks on bone mineral density and associated factors. Basic Clin Pharmacol Toxicol. 100(5):334-338.
- 14.- Jacobsson H. 2008. Short-time ingestion of colas influences the activity distribution at bone scintigraphy: experimental studies in the mouse. J Am Coll Nutr. 27(2):332-336.
- 15.- Estrada Flores E, Peralta Zamora L, Rivas Manzano P. 1982. Manual de técnicas histológicas. AGT Editor, S.A. México. p 48.
- 16.- www.salud.df.gob.mx/ssdf/index.php?option=com_content.
- 17.- <http://site.oxfamMexico.org/mexico-es-ya-el-mayor-consumidor-de-refresco-en-el-mundo-3/>

Figuras

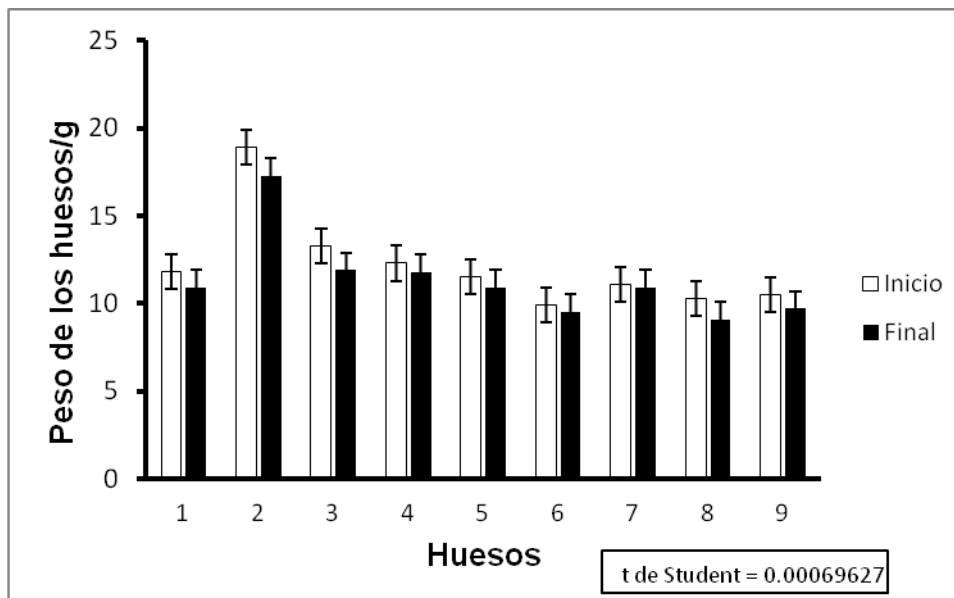


Fig. 1

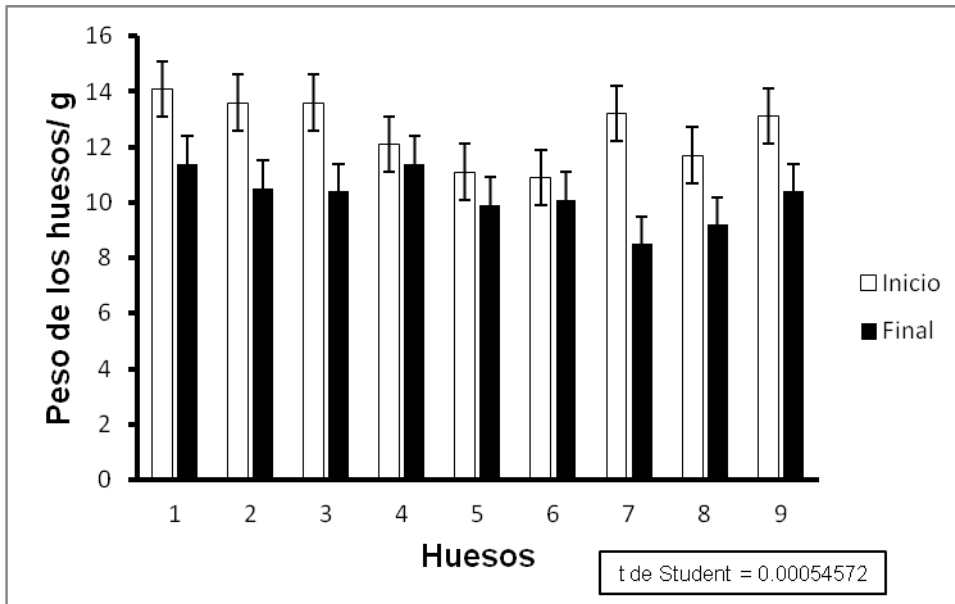


Fig. 2



Fig. 3





Fig. 4

Tabla 1

Tratamiento	Promedio del peso inicial (g) (antes del experimento) n=9	Promedio del peso final (g) (al terminar el experimento) n= 9	t de Student ($P < 0.05$)
Refresco de cola	12.2	11.33	0.00069627
Vinagre	12.6	10.2	0.00054572
Café	17.7	17.5	0.73369095
Agua	16.7	20.7	0.01073589



Leche de soya	16.6	16.2	0.36665046
Leche de vaca	16.1	17.9	0.14527588

Pies de las figuras y la tabla

Fig.1 **El refresco de cola reduce el peso de los huesos.** Gráfica que muestra las diferencias en los pesos de los huesos tratados durante tres semanas con refresco de cola antes y después del experimento. El experimento se repitió tres veces con tres huesos en cada ocasión. $n = 9$. t de Student $P < 0.05$.

Fig.2 **El vinagre disminuye el peso de los huesos.** Gráfica que muestra las diferencias en los pesos de los huesos tratados durante tres semanas con vinagre antes y después del experimento. El experimento se repitió tres veces con tres huesos en cada ocasión. $n = 9$. t de Student $P < 0.05$.

Fig. 3. **El refresco de cola hace que los huesos disminuyan su densidad, sean flexibles y puedan romperse.** Fotografía que muestra un hueso de pollo después de tres semanas de incubación con refresco de cola. Uno de los extremos del hueso se rompió con facilidad al aplicarle un poco de presión con la mano.

Fig. 4. **Los huesos incubados en vinagre son flexibles y susceptibles de romperse.** Fotografía que muestra un hueso de pollo después de tres semanas de incubación con vinagre. Nótese la flexibilidad del hueso.

Tabla 1

Se muestran los promedios de los pesos de los huesos antes y después del tratamiento con las diferentes sustancias así como el resultado de la prueba de t de Student para cada una.

