

## Artículo original

# Variación de la concentración de alcohol etílico en sangre de cadáveres en relación al tiempo

## Variation of the ethil alcohol concentration in blood of corpses in relation to time

César Canales, Walter Rivas, Jose Ernesto Raez Gonzales  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica

### Resumen

En la actualidad la ebriedad es considerada como un factor importante en la ejecución de actos delictivos, en criminalística, debido al incremento de los crímenes y accidentes de tránsito en la sociedad, los cuales se realizan bajo la acción del alcohol etílico. El propósito del presente trabajo fue confrontar si hay diferenciación de la alcoholemia en función del tiempo transcurrido, y si existe correlación. La metodología a seguir consistió en tomar muestras de sangre en tiempos diferentes (4) a cadáveres (N=42) que son internados en Morgue Central de Lima, en las mismas condiciones, teniendo en consideración: levantamiento del cadáver del lugar de los hechos, llegada a la División de Tanatología Forense, necropsia y salida del cadáver luego de la necropsia de ley. La toma de muestra (4 en cada cadáver) fue en un tiempo promedio de 12 horas para cada caso. Las muestras se procesaron inmediatamente, previa refrigeración (-4 a +4°C). Luego se determinó la concentración de alcohol etílico por cromatografía de gases (GC-FID / HS); luego se analizaron los resultados y se verificó si había o no diferencia en la concentración considerando el tiempo que transcurrió desde el deceso, la necropsia de ley hasta el retiro del cadáver. De los resultados obtenidos se pudo concluir que no había una variación constante, pues se obtuvo disminución, aumento y variación irregular; por lo que no se puede considerar en este caso, el tiempo como un factor determinante en la diferenciación de la alcoholemia en cadáveres.

**Palabras clave:** alcoholemia; cromatografía de gases; variación de la concentración.

### Abstract

Nowadays, drunkenness is considered an important factor in the execution of criminal acts, in criminalistics, due to the increase of crimes and traffic accidents in society, which are carried out under the action of ethyl alcohol. The purpose of the present work was to compare if there is differentiation of blood alcohol based on the time elapsed, and if there is correlation. The methodology to be followed consisted of taking blood samples at different times (4) to corpses (N = 42) that are interned in Morgue Central de Lima, under the same conditions, taking into consideration: removal of the body from the scene of the events, arrival at the Division of Forensic Thanatology, necropsy and removal of the body after the necropsy of the law. The sample collection (4 in each cadaver) was in an average time of 12 hours for each case. The samples were processed immediately, after cooling (-4 to + 4 ° C). Then, the concentration of ethyl alcohol was determined by gas chromatography (GC-FID / HS); Then the results were analyzed and it was verified whether there was a difference in the concentration, considering the time elapsed since the death, the necropsy of the law until the removal of the corpse. From the results obtained it was possible to conclude that there was no constant variation, since decrease, increase and irregular variation were obtained; so it can not be considered in this case, time as a determining factor in the differentiation of blood alcohol in cadavers.

**Keywords:** blood alcohol; gas chromatography; concentration variation.

### Correspondencia:

César Canales  
Dirección: Jr. Puno 1002 Lima.  
Email Cesar Canales: ccanalesm1@unmsm.edu.pe  
Email Walter Rivas: walter.rivas@unmsm.edu.pe

**Recibido:** 04/06/2016; **aceptado:** 29/09/2017

### Citar como:

Canales C, Rivas W. Variación de la concentración de alcohol etílico en sangre de cadáveres en relación al tiempo. Ciencia e Investigación 2017 20(1):9-12.

© Los autores. Este artículo es publicado por la Ciencia e Investigación de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución - No Comercia\_Compartir Igual 4.0 Internacional. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada.

## INTRODUCCIÓN

El alcohol etílico es una sustancia de gran consumo en las sociedades a nivel mundial, causando intoxicación y hasta adicción a través del tiempo. Esta sustancia constituye un factor predisponente para los consumidores a cometer actos delictivos en la sociedad, por lo que su consumo es considerado un problema social y médico legal<sup>1</sup>, en el cual los profesionales de la salud estamos comprometidos, debido a que es parte de nuestra labor realizar esta determinación a través del análisis de dosaje de alcohol etílico<sup>2</sup>.

En los últimos años se pudo observar, en los archivos del Instituto de Medicina Legal del Perú, que en el Perú hay una gran incidencia en accidentes de tránsito y actos delictivos de diversas modalidades. Los accidentes automovilísticos se han incrementado debido al consumo de alcohol, por lo que se hace necesario el establecimiento de normas estandarizadas para la medición de alcohol en sangre en los casos en que se sospeche el consumo de dicha sustancia en los actos referidos. Las personas que consumen bebidas alcohólicas en exceso no son alcohólicas, sino personas jóvenes de buena salud, sin embargo debido a las relaciones sociales y consumo bebidas alcohólicas están predispuestos a cometer delitos en la sociedad<sup>1</sup>.

Las fuentes de intoxicación alcohólica<sup>1</sup> pueden ser débilmente alcohólicas (1 a 8%), medianamente alcohólicas (10 a 20%) y fuertemente alcohólicas (40 a 50%).

La Toxicocinética del alcohol etílico<sup>1-3</sup> se puede resumir de la siguiente manera, las vías de ingreso en el organismo son: gastrointestinal, respiratoria, parenteral y dérmica. La absorción se da en la mucosa gástrica en 20 a 25%; la mayor parte se lleva a cabo en el intestino delgado en 75 a 80%, luego pasa a la vena porta, llega al hígado y continúa con la circulación general llegando a los órganos y tejidos. El 50% o más del alcohol ingerido se absorbe en los primeros 30 minutos y lo demás en las horas siguientes (aproximadamente tres). En los tejidos y órganos alcanza una concentración en el organismo que depende de la cantidad ingerida y la persona que lo consumió, de acuerdo a la afinidad que presente con cada órgano o tejido. La cantidad de alcohol etílico alcanzada en el organismo de mayor a menor sigue el siguiente orden: sangre, cerebro, riñones, pulmones y corazón, paredes duodenales, músculos estriados e hígado. El tejido adiposo y el tejido óseo no son considerados porque la proporción de alcohol en estos es mínima<sup>3,4</sup>. Finalmente llega a la subunidad  $\alpha$  del receptor GABA<sup>5</sup>.

El metabolismo del alcohol etílico se lleva a cabo según las siguientes vías: vía de la enzima alcoholdehidrogenasa (ADH), vía del sistema microsómico etanol oxidante (MEOS), vía de las catalasas (Vía principal y vía de las liasas)<sup>1</sup>.

El etanol derivado de la dieta o de reacciones de biotransformación puede ser reducido a etanol, conocido como alcohol endógeno, por acción de la enzima ADH, este etanol endógeno se manifiesta en una alcoholemia del orden de 0,00 a 0,03g/L<sup>1,6</sup>.

El alcohol etílico que se elimina sin cambios estructurales es en promedio 10% del absorbido, se lleva a cabo en el aliento, la saliva, las heces, orina, sudor y la leche materna.

Con el presente trabajo se quiso verificar si hay diferencia en la alcoholemia de los cadáveres a los que se les ha realizado necropsia en la Morgue Central de Lima en relación al tiempo, y si dicha variación puede ser utilizada para hacer un cálculo retrospectivo y saber la posible concentración en el momento del hecho.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño de estudio fue descriptivo, la técnica a utilizar para medir las concentraciones fue la Cromatografía de Gases (GC-FID/HS); además, se utilizó campana de flujo laminar, termómetro digital con detector de humedad, congeladora de 12 pies cúbicos y equipo de destilación.

Los reactivos que se utilizan fueron etanol G.C., n-propanol G.C., saponinas Q.P., cloruro de sodio Q.P. anhidro, agua desionizada, hidrógeno, helio y aire.

Se tomaron muestras (n= 168) a un total de 42 cadáveres: en el momento del recojo del cadáver, al llegar a la sala de necropsias, en el momento de la necropsia y al momento del retiro del cuerpo.

La toma de muestra se realizó por punción cardíaca con una jeringa estéril de 5mL, previa limpieza de la zona. La bibliografía indica que se puede tomar muestras de otros fluidos como humor vítreo, orina y contenido gástrico<sup>1,2</sup>; pero, para la sangre indican que las más idóneas son la cardíaca o la femoral<sup>1,2</sup>.

Las muestras de sangre luego se acondicionaron en un frasco de vidrio de 5mL con fluoruro de sodio al 0,1% con tapa rosca estéril, limpio y de cierre hermético, evitando la formación de cámara de aire. La muestra se conservó a una temperatura entre -4 a 4 °C.

En Cromatografía de Gases (GC-FID/HS), la muestra se calienta a 80°C para evaporar el alcohol, luego el equipo lleva la fracción volatilizada y la inyecta de modo automático en la columna cromatográfica<sup>8</sup>; en cuyo interior se separa en función al peso molecular.

Para el análisis, primero se debe elaborar la curva de calibración con alcohol etílico grado cromatográfico, la cual se realiza utilizando las siguientes concentraciones<sup>9,10</sup>: 0,25; 0,50; 0,75; 1,00; 1,25; 1,50; 2,00; 4,00; 5,00 y 6,00 g/L. La muestra para el análisis de dosaje etílico se prepara en viales con septa y tapa de aluminio, se agrega 200  $\mu$ L de sangre, 200  $\mu$ L de solución de saponinas al 1%, 200  $\mu$ L de n-propanol como estándar interno y 200  $\mu$ G de ClNa H.P. Luego se lee en el cromatógrafo de gases (GC-FID/HS).

**Procedimiento.-** El Cromatógrafo de Gases (GC-FID), se calibró con estándares de etanol de 0,4; 2,0 y 4 g‰. El inyector se dispuso a 85 °C, el horno a 80 °C. Se usó helio como *carrier* a 28 mL/min, hidrógeno a 35mL/min y aire a 350 mL/min. El tiempo de corrida (*time run*) por muestra fue de tres minutos y medio con un tiempo de retención para el etanol de 0,7 minutos y para el estándar interno de 1,40 minutos.

## Análisis de las muestras

Se preparó los viales con 200 µL de sangre, 200 µL de saponinas al 1%, 200µL de n-propanol como estandar interno y 200 µG de ClNa anhidro ultra puro<sup>12</sup>.

## RESULTADOS

En el análisis se observó que las concentraciones de etanol no siguen un orden establecido, posiblemente por factores cinéticos, lo cual se debe tener en consideración para poder concluir adecuadamente. Así podemos mencionar:

- Aumento en la concentración de alcohol etílico: muestra N° 06.
- Disminución en la concentración de alcohol etílico: muestras N° 01, 17, 18, 19, 34, 36 y 40.
- Variación irregular: muestras N° 02, 03, 04, 05, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 37, 38, 39, 41 y 42.

## DISCUSIÓN

La determinación de la alcoholemia es un problema debido a que el alcohol etílico es volátil, pudiéndose perder durante el proceso si no hay una apropiada técnica, así mismo se debe tener presente la cinética de esta sustancia; pues su concentración no es uniforme en los fluidos del organismo<sup>13</sup>.

Los resultados obtenidos experimentalmente se dividieron en tres grupos:

- Grupo N°1: muestra N° 06, la alcoholemia aumenta en relación al tiempo.
- Grupo N°2: muestras N° 01, 17, 18, 19, 34, 36 y 39 la alcoholemia disminuyó en relación al tiempo.
- Grupo N°3: muestras N° 02 al 05, 07 al 16, 20 al 33, 35, 37, 38, 39, 41 y 42, la alcoholemia aumenta o disminuye en relación al tiempo sin mantener una relación constante.

Debido a que no hay correlación en los datos no se pueden establecer patrones para deducir un valor en un tiempo anterior o posterior a la libación de licor.

Los resultados se pueden entender si se tiene en cuenta la cinética del etanol, pues es se debe tener presente en qué

fase del metabolismo se encuentra, lo que se representa en la curva de la alcoholemia, ya que varía cuando se encuentra en la etapa primera, segunda o la etapa constante (meseta)<sup>14</sup>. Se debe hacer la consideración dado que puede conllevar a error cuando el dato obtenido se encuentra bordeando el 0.5g/L<sup>15</sup>.

Así mismo, a mayor tiempo transcurrido desde la última libación, hay una mayor posibilidad de variación en la concentración de alcohol en sangre, lo cual se debe a factores intrínsecos o factores extrínsecos<sup>16</sup>, entre ellos la edad, sexo, última dieta, hábito de consumo, tiempo transcurrido, exposición al medio ambiente, tipo de bebida alcohólica, estados fisiológicos, entre otros.

La técnica de cromatografía de gases (GC-FID/HS) es la adecuada por su alta selectividad y especificidad<sup>17</sup>.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en los análisis de sangre fueron ordenados según las diferencias de alcohol etílico en la sangre (alcoholemia) halladas en relación al tiempo. Se comprobó que existe variación en la concentración de alcohol etílico en los resultados obtenidos en relación al tiempo transcurrido, observándose tipos: en el primer caso hubo aumento, en el segundo hubo disminución, y finalmente hubo una variación irregular.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Repetto M. Toxicología Avanzada. Madrid: Díaz de Santos; 1995: 394 - 425.
2. Gisbert J, et al, Medicina Legal y Toxicología. En: Estudio toxicológico y médico – legal del alcohol etílico. Villanueva E. Barcelona: Masson S.A.; 1998: 878 – 91.
3. Klaasen CD, Watkins III JB Agentes tóxicos. 5 Ed. En: Klaasen CD, Watkins III JB, Manual de Toxicología. México: Editorial Mc Graw -Hill Interamericana; 2001: 87 – 150.
4. Klaassen C, Amdur M, Dull J. Casarett and Doull's. Toxicology the Basic Science of Poisons". 7 ed. Kansas City. Mac-Graw, 2008: 129 – 305.
5. Hodge CW, Cox AA. The discriminative stimulus effects of ethanol are mediated by NMDA and GABA (A) receptors in specific limbic brain regions. Psychofarmacology, 1998; 139: 95-107.

Tabla 1. Resultados

Número de orden	Número de muestra (Identificación)	Número de muestras (n=42)	Tiempo total/muestra (promedio)	Resultado	Observaciones
1	6	1	04h: 45'	Aumentó la concentración	No se observó variación constante en aumento de la concentración
2	1, 17, 18, 19, 34, 36 y 40	7	03h: 12'	Disminuyó la concentración	No se observó variación constante en la disminución de la concentración
3	2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 37, 38, 39, 41 y 42		04h: 10'	Variación irregular de la concentración, aumentó y disminuyó	No se observó variación constante ni en el aumento ni en la disminución

6. Téllez J. Toxicología del alcohol etílico. Universidad Nacional de Colombia, 2004.
7. Winek T, Winek C, Wahba W. The effect of storage at various temperatures on blood alcohol concentration. *Forensic Sci Int*, 1996 Apr; 78(3):179-85.
8. Kolb B, Ettre LS. *Static Headspace-gas Chromatography*. 1 Ed. New Haven: Wiley; 1997: 1 – 98.
9. Hansen AC. Validity of post mortem alcohol determination. *Ugeskr Laeger*, 1994; 156(1): 55-7.
10. Clark MA, Jones JW. Studies of putrefactive ethanol production 1: lack of spontaneous ethanol production in intact human bodies. *J Forens Sci*, 1982; 27: 36 -7.
11. Fiscalía General de la Nación. Comité Permanente de Cadena de Custodia. *Manual de Procedimientos de Cadena de Custodia*. 2003. Bogotá (Colombia): Fiscalía General de la Nación; 2003: 1- 112.
12. Alvarado G A T. Determinación de alcohol Post Mortem: Aspectos a considerar para una mejor interpretación. *Medicina Legal Costa Rica*, septiembre 2008: 25(2): 1 – 45.
13. Repetto M. Biotransformación de los tóxicos. 4 Ed. En: Repetto M., *Toxicología Fundamental*. Madrid: Díaz de Santos; 2009: 97 – 109.
14. Masters SB, Lee NM. Alcoholes. En Editores: *Farmacología básica y clínica*. Katzung B. 7 ed. México. El Manual Moderno. 1999; 437-51.
15. Ferrero C. Ley de Alcoholemia. *Diario "El Peruano"*. Lima 2002, junio 09. 16524 p.
16. Gormsen H. Alcohol production in the dead body. *J Forens Med* 1954:1(5): 314-15.
17. Hernández E, Bravo B, Mencías E. Alcoholes, cetonas y glicoles. En: Mencías Rodríguez. *Mayero Franco. "Manual de Toxicología Básica"*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2000: 1- 38.