

## Determinación por cromatografía de gases, el valor del cociente: etanol en humor vítreo/sangre en cadáveres necropsiados de la Morgue del Cusco

Edgard Luis Costilla Garcia<sup>1</sup>, Annie Magali Mejía Sutti<sup>2</sup>

### RESUMEN

Con el objetivo de determinar el valor del cociente etanol en humor vítreo y sangre en cadáveres necropsiados en la Morgue del Cusco, se realizó un estudio transversal, postmortem, estableciendo la cantidad de etanol y su correlación. El estudio incluyó 45 cadáveres a los que se les tomó las muestras que se almacenaron a 4°C y se procesaron por cromatografía de gases. El coeficiente de correlación de etanol fue de 0.990, demostrando muy buena correlación. El cociente etanol en humor vítreo/sangre fue de 1,09. Se concluye que la determinación rutinaria de etanol en humor vítreo constituye un buen método para ratificar el valor de etanol determinado en sangre, especialmente cuando se sospeche de contaminación de la sangre. (Horiz Med 2014; 14(2): 34-38)

**Palabras clave:** cromatografía de gases, etanol, humor vítreo, necropsiados. (Fuente: DeCS BIREME).

### Gas chromatography determination, the ratio of ethanol in value vitreous humor/blood in necropsied the Morgue of Cusco

### ABSTRACT

In order to determine the value of the ethanol ratio in vitreous humor and blood in autopsied cadavers in the Morgue of Cusco, cross-sectional study was performed postmortem, establishing the amount of ethanol and its correlation. The study included 45 bodies on which they took samples were stored at 4°C and processed by gas chromatography. The correlation coefficient was 0.990, ethanol showing a very good correlation. Ethanol ratio in vitreous / blood mood was 1.09. We conclude that the routine determination of ethanol in vitreous humor constitutes a good way to ratify the value determined ethanol in blood, especially when there is suspicion of contamination of the blood. (Horiz Med 2014; 14(2): 34-38)

**Keys words:** gas chromatography, ethanol, vitreous humor, necropsied (Source: MeSH NLM).

---

<sup>1</sup> Químico Farmacéutico del Laboratorio de Toxicología Forense División Médico Legal II Cusco, Perú

<sup>2</sup> Médico Cirujano del Laboratorio de Toxicología Forense División Médico Legal II Cusco, Perú.

## INTRODUCCIÓN

En Toxicología post-mortem, la muestra más sometida a análisis es la sangre y la sustancia más frecuentemente encontrada es el alcohol (1).

Los detalles técnicos y procedimientos de medición etanol en la sangre y otros fluidos corporales obtenidos a partir de un cadáver son esencialmente los mismos que los que se utilizan en el análisis de las muestras de los vivos (2,3).

Sin embargo, la interpretación de los análisis y resultados obtenidos a partir de muestras de necropsia, es confundida por problemas como: falta de homogeneidad de muestras de sangre, difusión de la producción de alcohol post-mortem, alcohol microbiano del residuo gástrico y las vías respiratorias contaminadas, putrefacción, calcinación y la falta de fiabilidad de la información de la condición clínica de la persona inmediatamente antes de la muerte (4).

El análisis del humor vítreo (HV) es útil para corroborar en la necropsia la concentración de etanol en sangre (CES) y esto, ayuda para distinguir la intoxicación ante-mortem de la síntesis post-mortem de alcohol. El Humor Vítreo, puede servir también como una muestra post mortem alternativa para el análisis de alcohol si por alguna razón la sangre no está disponible o esta contaminada. En la mayoría de los casos, la muestra de fluido ocular se obtiene fácilmente y puede ser muestreada sin una necropsia completa. El humor vítreo es un líquido claro, seroso, que es fácil de trabajar analíticamente. Su posición anatómica aislada la protege de la putrefacción bacteriana (5,6).

El objetivo del presente trabajo fue determinar por el Método de Cromatografía de Gases, el Cociente: etanol en humor vítreo/etanol en sangre, en cadáveres necropsiados de la morgue del Cusco.

Asimismo, buscamos establecer un modelo para pronosticar la concentración de etanol en sangre a partir de un valor específico de etanol en humor vítreo; y determinar la variabilidad de los intervalos de predicción, para una mejor valoración médico legal.

## EL ESTUDIO

### Toma de muestra

Se tomaron postmortem, muestras de sangre y de humor vítreo de cada uno de los 45 sujetos necropsiados durante el 2013 en la morgue central del Cusco. El humor vítreo fue obtenido de un ojo, por punción perpendicular usando una aguja hipodérmica estéril (21Gx40 mm) y una jeringa estéril de un solo uso (10 ml). El fluido se transfirió después a un vial de vidrio tapa rosca esterilizado con fluoruro de sodio (NaF) al 0.1%. Los volúmenes recogidos oscilaron entre 2.0 y 3.5 ml. Las muestras recogidas de esta forma son incoloras y transparentes.

La sangre fue tomada de la vena femoral (aproximadamente 5 ml) con la misma metodología usada para el humor vítreo. Todas las muestras recogidas fueron almacenadas a 4°C hasta el momento del análisis, período que no superó los 2 días en ningún caso.

### Determinación de etanol

El análisis de las muestras fue realizado mediante cromatografía de gases (7,8).

Condiciones Cromatográficas: Las condiciones típicas de operación para la cromatografía de gases, fueron:

a) Flujo de gas Helio como gas portador	15 ml/min.
b) Flujo de gas Hidrógeno al detector	30 ml/min.
c) Flujo de gas aire al detector	210 ml/min.
d) Temperatura del inyector	80 °C
e) Temperatura del detector variable	240 °C
f) Temperatura del horno	125 - 240 °C
g) Tiempo de incubación	10 minutos
h) Volumen de inyección	0.1 mL
i) Velocidad de inyección	15 mL/min

A partir de los valores de Concentración de etanol en humor vítreo y concentración de etanol en sangre para estos 45 casos se estableció la ecuación general de regresión lineal:

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x$$

$$\text{dosaje en sangre} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \text{dosaje en humor vítreo}$$

Indica la cantidad que varía el dosaje etílico en sangre (Y), cuando se produce un cambio, en una unidad, en el dosaje etílico en humor vítreo (X).

Los análisis fueron realizados por única vez y mediante el análisis de regresión lineal simple se estableció la relación entre la concentración de etanol en humor vítreo (variable independiente CEHV) y la concentración de etanol en sangre (variable dependiente CES). Se calculó el intervalo de predicción para la estimación de CES a partir de una medida de CEHV.

### HALLAZGOS

Para los valores de 0.4 G/L de etanol, se aceptan valores con un máximo de 0,41 G/L y/o una desviación standard de 0,0043.

Para los valores de 2,0 G/L de etanol, se aceptan valores con un máximo de 2,0550 G/L y/o una desviación standard de 0,0300.

Para los valores de 4,0 G/L de etanol, se aceptan valores con un máximo de 4,13 G/L y/o una desviación standard de 0,0450. Figura 1.

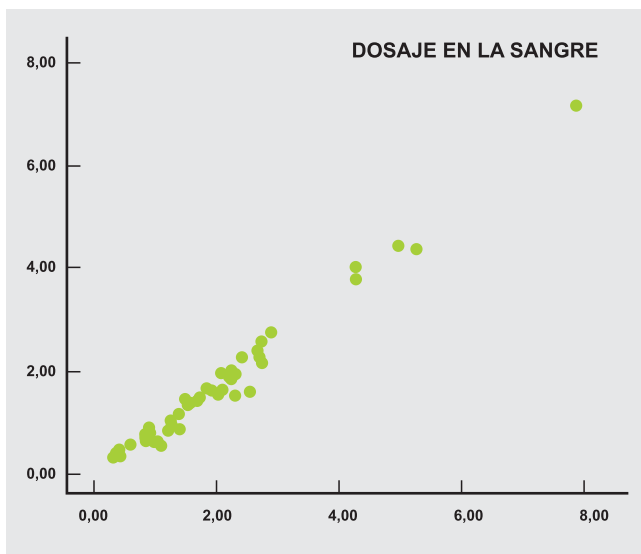


Figura 1. Diagrama de dispersión para analizar la relación entre dos variables: dosaje etílico en sangre y dosaje etílico en humor vítreo.

El valor absoluto del coeficiente de correlación, oscilan entre 0 y 1. Cuanto más cerca de 1 mayor es la correlación, y menor cuanto más cerca de cero. En este caso el coeficiente de correlación fué de 0.990, entonces la relación entre el dosaje etílico en alcohol y dosaje etílico en sangre es excelente.

R2 = 0,980 indica que el 98% de la variabilidad en concentración de alcohol en sangre es explicada por la variación de la concentración de alcohol en humor vítreo, y el 2 % restante se explicaría por otras variables.

El error típico de la estimación es una medida de la variabilidad de los datos alrededor de la recta de regresión o desajuste experimental del modelo lineal, el cual en la investigación es muy significativo. Tabla 1.

Tabla 1. Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	0,990	0,980	0,980	0,19028

La ecuación de regresión lineal nos indica:

- La variabilidad de dosaje etílico en sangre en función a la variabilidad de dosaje etílico en humor vítreo.
- Por cada unidad que aumente el dosaje etílico en humor vítreo, el dosaje etílico en sangre aumentara en 0.912.
- El coeficiente de determinación, (R cuadrado), es 0.98, cercano a uno (01), quiere decir que la regresión lineal se ajusta adecuadamente a los datos reales. Por lo tanto es un modelo confiable para hacer predicciones o pronosticar, valores de la concentración de alcohol en sangre. Tabla 2.

Cociente etanol en humor vitreo/etanol en sangre: Se tiene la ecuación lineal, hallada con el método de regresión lineal, por medio de esta se determinara el cociente etanol en humor vítreo/etanol en sangre.

Por lo tanto, el cociente etanol en humor vítreo/sangre, en la ciudad del Cusco fue de: 1.09

Tabla 2. Coeficientes de la ecuación y límites de predicción.

COEFICIENTES DE LA ECUACIÓN Y LÍMITES DE PREDICCIÓN						
Modelo	Coeficientes no estandarizados		t	Sig.	Intervalo de confianza de 95,0% para B	
	B	Error Tip			Límite inferior	Límite superior
(Constante)	-0,179	0,049	0,049	0,001	-0,277	-0,081
DOSAJE EN HUMOR VITREO	0,912	0,020	0,020	0,000	0,872	0,952

a.- Variable dependiente: DOSAJE EN SANGRE

## DISCUSIÓN

Asumiendo que el alcohol etílico, una vez absorbido, se distribuye por el organismo de acuerdo con su contenido en agua, es posible determinar la relación teórica entre las concentraciones de alcohol etílico en sangre y humor vítreo. Por otra parte hay que tener en cuenta que la relación entre concentraciones de sangre y humor vítreo en cualquier estudio depende de la inclusión en el mismo de casos en los que la muerte del sujeto se produce cuando aún no se ha alcanzado el equilibrio de difusión (9-11).

Yip y Shum (12) sugieren que cuando la relación de concentración sangre/humor vítreo es  $> 0,95$ , la muerte del sujeto ha ocurrido durante la fase de absorción. En nuestro trabajo, los 3 casos excluidos del estudio de acuerdo con la información disponible sobre las circunstancias de la muerte presentaban una relación superior a 0,95.

En este caso, cualquier estimación de CES a partir de CEHV en un caso individual debe proporcionar el intervalo de predicción y el grado de certeza con el que el valor verdadero cae dentro de ese rango.

La mejor estimación de CES a partir de CEHV debe estar basada en el análisis de regresión y el cálculo del intervalo de predicción a un nivel de confianza del 95 % (13-16).

A la vista de estos resultados, podría parecer que la determinación de alcohol en humor vítreo carece de valor médico legal, pero ello no es cierto. La determinación rutinaria de etanol en humor vítreo junto a la determinación en sangre constituye un buen método para certificar un valor de etanol en sangre ya conocido. En algunas ocasiones, se cuestiona en los tribunales la validez de un valor elevado de etanol en sangre sobre la base de la posible contaminación de la muestra. En estos casos es muy útil la determinación de etanol en humor vítreo (17,18).

En conclusión, la determinación rutinaria de etanol en humor vítreo constituye un buen método para ratificar el valor de etanol en sangre ya determinado. Siendo de gran utilidad en los casos en los que se sospeche de contaminación de la sangre.

### **Fuente de Financiamiento**

El presente trabajo fue financiado a través de recursos propios de los investigadores.

### **Conflictos de interés**

Los autores declaran no tener conflictos de interés en la publicación de este artículo.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Alvarado-Guevara A, Raudales I. Determinación de Alcohol post mortem. *Medicina Legal de Costa Rica* 2008; 25: 35-46.
2. Gisbert-Calabuig JA, Villanueva E. *Medicina Legal y Toxicología; Estudio Toxicológico, Médico legal del Alcohol Etilico*; Masson SA. Barcelona, España. Sexta Edición, 1999.
3. Moreyra C. *Estudio Toxicológico y Médico Legal del alcohol Etilico. Alcohol y Altura. Guía de práctica, Cátedra de toxicología farmacéutica. Carrera Profesional de Farmacia y Bioquímica; UNSAAC - Cusco, 2008.*
4. Ferrari L. *Análisis Toxicológico de Etanol y su Interpretación Forense. Cálculos retrospectivos, pérdida o generación en tejidos humanos e indicadores biológicos de ingesta. Breve revisión. Ciencia Forense Latinoamericana* 2008; 2 (1-2): 20-35.
5. Levine B, Smith ML, Smialek JE, Kaplan YH. Interpretation of low postmortem concentrations of ethanol. *J Forensic Sci* 1993; 38: 663-667.
6. Jönson A, Homlgrem P & Alhner J. Fatal intoxications in a Swedish forensic autopsy material during 1992-2002. *Forensic Sci Int* 2004; 143: 53-59.
7. Gonzales JA. *Estudio Comparativo entre las concentraciones de etanol en sangre y en humor vítreo mediante técnica de Cromatografía Gaseosa con detector de ionización a la llama (FID). Instituto Nacional de Toxicología delegación de Canarias; Revista de Toxicología, Asociación Española de Toxicología, 2008.*
8. Madea B, Mushoff F. Postmortem Toxicology. *Forensic Sci Int* 2004;142: 71-73.
9. Ferrari LA, Triszcz JM, Giannuzzi L. Kinetics of ethanol degradation in forensic blood samples. *Forensic Sci Int* 2006; 161: 144-150.
10. García E, Torres M, Galán B, et al. Intoxicación etílica aguda. Manejo de urgencias. *Semergen* 2001; 25 (1): 34-39.
11. Gonzales Huerta Inés "Concentraciones de Alcohol en sangre y a nivel del mar, y en las grandes alturas, Estudio Comparativo"; Tesis. FAC. Farmacia. Universidad UNMSM. Lima. Perú, 1972.
12. Yip DC, Shum BS. A study on correlation of blood and vitreous humour alcohol levels in the late absorption and elimination phases. *Med Sci Law* 1990; 30 (1): 29-33.
13. Kugelberg FC and Jones AW. Interpreting result of ethanol analysis in post-mortem specimens: a review of the literature. *Forensic Sci Int* 2007; 165: 10-29.
14. Bellido Achahui Cristofer Joehl, *Estudio Comparativo del factor de Widmark para la Determinación del nivel de Etanolemia por Cromatografía de Gases en sujetos varones de la ciudad del Cusco Tesis. C.P. Farmacia y Bioquímica. UNSAAC. CUSCO-PERÚ, 2010.*
15. Costilla Edgard. *Verificación de la Linealidad del Método de Schefftel Modificado para Determinar Alcholemlia. Instituto de medicina legal, División Médico Legal II, Laboratorio de toxicología forense* 2011.
16. Lizárraga S, A. *Alcholemlia a nivel del mar y en la Altura. Tesis. FAC. Farmacia. Universidad UNMSM. Lima. Perú. 1988.*
17. *Servicio de dosaje etílico de la división de salud PNP Cusco Aspectos e implicancias del Alcohol Etilico en la Investigación Forense. I Curso Descentralizado en peritajes criminalísticos* 2005.
18. Costilla Edgard. *Validación de la Determinación de etanol y metanol por Cromatografía de gases con detector de Ionización a la llama. Ministerio Público, Instituto de medicina legal, División médico legal II Cusco, Laboratorio de toxicología de forense, 2013.*

### **Correspondencia:**

**Edgard Luis Costilla Garcia**

Dirección: Urb. Santa Rosa de la Guardia Civil.  
Residencial Las gardenias C-10-7. San Sebastián,  
Cusco-Perú.

Teléfono: 274933 / 974787249

Correo electrónico: costicito@hotmail.com

Recibido: 03 de Enero de 2014  
Aprobado: 15 de Mayo de 2014