

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Medicina  
División de Estudios de Posgrado  
e Investigación.



CIUDAD DE MÉXICO

11228

38

Secretaría de Salud del Distrito Federal  
Dirección de Educación e Investigación  
Subdirección de Enseñanza

Unidad Departamental de Enseñanza de Posgrado  
Curso Universitario de Especialización en Medicina Legal

"DETERMINACION DE POTASIO EN EL LIQUIDO  
SINOVIAL Y SU RELACION CON EL  
CRONOTANATODIAGNOSTICO"

TRABAJO DE INVESTIGACION CLINICA

Presentado por:

DRA. ELIZABETH RAMIREZ VELAZQUEZ

Para obtener el Diploma de Especialización en  
MEDICINA LEGAL

Director de Tesis:  
DR. ALBERTO GREGORIO CRESENCIO

2001



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).


El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**DETERMINACIÓN DE POTASIO EN EL LÍQUIDO SINOVIAL Y SU  
RELACIÓN CON EL CRONOTANATODIAGNÓSTICO**

Autor: Dra. Elizabeth Ramírez Velázquez.

Vo.Bo.

Dra. Minerva Vargas Cabrera



---

Profesora Titular del Curso de  
Especialización en Medicina Legal

Vo.Bo.

Dra. Cecilia García Barrios

---

Directora de Educación e Investigación

VoBo.

Director de Tesis

Dr. Alberto Gregorio Cresencio

Médico Legista adscrito a la Agencia 38ava  
del Ministerio Público del D.F.



## **AGRADECIMIENTOS**

### **A MIS PADRES**

Por su incondicional e invaluable apoyo durante toda mi formación como mujer y profesional y por todos sus sabios consejos y palabras de aliento.

### **A RAFAEL**

Por su amor, cariño y comprensión durante todos estos años y por tenerlo a mi lado.

### **A BRENDA**

Por darme la felicidad más grande de mi vida, por ser mi hija y por entender a su corta edad que el poco tiempo a su lado ha rendido los mejores frutos.

### **A MIS AMIGOS**

Eduardo, Lupita, Ramiro y Rubén.

## ÍNDICE

Resumen	
Introducción	1
Material y métodos	5
Resultados	7
Discusión	8
Referencias Bibliográficas	10
Anexos	

## RESUMEN

Se realizó un estudio en el Hospital General Balbuena para determinar la concentración de potasio en el líquido sinovial y su relación con el cronotanatodiagnóstico siendo de tipo observacional, descriptivo, prospectivo y transversal con una muestra de 30 cadáveres de acuerdo a la fórmula de proporciones para población finita excluyendo los cadáveres con antecedentes de traumatismo de rodilla, con artropatías locales, con prótesis articulares o sin la obtención del consentimiento informado u orden de autoridad competente y con edad menor a los 16 años al momento de la muerte. La recolección de los datos se realizó una vez obtenida la hora de fallecimiento y posterior punción (única) a nivel de la articulación de la rodilla para la cuantificación de potasio mediante centrifugación y dilución de la muestra de líquido sinovial para su lectura final en un aparato AVL *Electrolites*., la media de la concentración de potasio expresado en mmol/L fue de 10.17, una desviación estándar de 4.12 y una correlación de 0.47, observando que el fenómeno no demuestra una relación inversamente proporcional al tiempo de muerte.

Palabras claves: Cronotanatodiagnóstico, potasio, líquido sinovial.

## INTRODUCCIÓN

El diagnóstico preciso del tiempo de muerte en cadáveres ha sido un punto de partida para determinar un fenómeno en la práctica cotidiana del médico legista, de aquí que los estudios enfocados a este punto en particular hayan sido muy diversos con la finalidad de establecer parámetros útiles que nos permitan obtener una base científica sólida que determine la muerte lo más próximo a lo real, siendo así, que todo aquel parámetro demostrado con el método científico, sea aplicado en conjunto con los fenómenos cadavéricos ya estudiados y así complementar la certeza diagnóstica en un cadáver.<sup>1,2</sup>

Es esencial comprender la muerte como un proceso que, dependiendo de la intensidad y cualidad de la agresión que la desencadena tendrá una duración diferente, pero que está constituido por una situación evolutiva de fases de desestructuración progresiva del funcionamiento integrado del organismo como unidad biológica.<sup>3</sup>

Los indicadores médico legales del tiempo de la muerte son elementos que en muchos casos pueden ser parte de la actividad de la investigación; este tipo de elementos biológicos pueden dividirse en dos grupos que son la exploración cadavérica y las técnicas complementarias. Dentro de estas últimas se cuenta con procedimientos físicos (tonometría ocular, temperatura cadavérica, estimulación eléctrica), procedimientos histológicos (alteraciones celulares), procedimientos químicos y bioquímicos (potasio en humor vítreo, determinación de material orgánico en hueso), y procedimientos biológicos.



El objetivo del estudio es determinar la concentración de potasio en el líquido sinovial en relación con el tiempo de muerte.

La sinovia es el líquido que se encuentra en las articulaciones sinoviales, a las que con frecuencia se llaman diartrosis, poseen una cavidad y están especializadas para permitir movimiento más o menos libre.

Las superficies articulares de los huesos están cubiertas de cartílago, por lo general hialino; los huesos están unidos por una cápsula articular y por ligamentos; siendo que, en su mayor parte, la cápsula consta de una capa fibrosa cuya superficie interior está revestida por tejido conjuntivo vascular que constituye la membrana sinovial; esta produce el líquido sinovial que llena la cavidad articular y lubrica la articulación. La cavidad es un espacio en el tejido conjuntivo, subdividido a veces, parcial o totalmente, por discos o meniscos fibrosos o fibrocartilaginosos.<sup>4</sup>

El líquido sinovial, es un fluido viscoso y espeso semejante a la clara de huevo en su consistencia; la función principal es la lubricación, pero también nutre al cartílago articular. La viscosidad del líquido se debe casi por completo a la presencia de un mucopolisacárido no sulfatado conocido como ácido hialurónico.<sup>5,6</sup>

El líquido sinovial puede considerarse como un dializado del plasma sanguíneo, normalmente contiene unas cuantas células (en su mayor parte mononucleares) derivadas del tejido de revestimiento, siendo que, los procesos patológicos que afectan a la membrana sinovial alteran el contenido

de las células del líquido.

En la membrana sinovial, adyacente a la cavidad articular, se encuentran una red capilar y un plexo linfático. La difusión se efectúa con facilidad entre estos vasos y la cavidad.<sup>4</sup>

Un adulto normal posee unos 150meq de potasio por kilogramo. En estos, el potasio puede ser secretado, este proceso origina la casi totalidad del potasio presente en la orina y es activado por el sistema renina-angiotensina-aldosterona.<sup>8</sup>

La aspiración de líquido sinovial se realiza por punción medial manteniendo la extremidad en extensión completa, esta se inserta entre la rótula y el fémur por abajo del punto medio de la rótula, siendo esta la técnica más fácil para penetrar a la articulación.<sup>9</sup>

La descripción cronológica de los cambios que sufre el cadáver a partir de su muerte, y que permiten determinar el tiempo aproximado de la muerte es lo que se conoce como *cronotanatodiagnóstico*, de *cronos*-tiempo; *tanatos*-muerte y *diagnóstico*-conocer.<sup>10</sup>

Dentro de los procedimientos químicos y bioquímicos se encuentran aquellos que se basan en la detección de la sustancias cuyo aumento se haya relacionado con el grado de destrucción celular que conlleva el paso del tiempo sobre el cadáver.<sup>11</sup>

Respecto de las sustancias que deben investigarse en este medio, se han comunicado numerosas, pero entre ellas una de las más estudiadas es la determinación de potasio en humor vítreo,<sup>12,13,14,15</sup> siendo este un ión

eminentemente intracelular.

Cuando ocurre la lisis celular el potasio sale masivamente de las células y puede ser medido en diferentes fluidos, ya que muchas de las situaciones que producen la muerte se acompañan de lisis o destrucción celular, la cuantificación de potasio debe realizarse en medios que se alteren poco por estos fenómenos premortales.<sup>1</sup>

Dada la gran diferencia de las concentraciones entre los espacios extra e intracelular, una salida pequeña del potasio intracelular determina incrementos notables de la potasemia en plasma.<sup>7</sup>

La hipótesis planteada refiere que, si el líquido sinovial es un fluido que realiza cambios mínimos en su composición por encontrarse en una cavidad virtualmente cerrada al medio interno; entonces, sus elementos químicos sufren variaciones mínimas al momento de la muerte por lo que la concentración de potasio en el líquido sinovial sea directamente proporcional al tiempo postmortem.

El presente estudio pretende aportar un elemento objetivo fácilmente cuantificable y observable para la reproducción posterior del mismo y su comprobación o no para el desarrollo de nuevas investigaciones a otros elementos constitutivos de este.

## **MATERIAL Y METODO**

Se realizó un estudio en el Hospital General Balbuena, de tipo observacional, descriptivo, prospectivo y transversal, con una muestra de 30 cadáveres calculada mediante la fórmula de población finita, con los siguientes criterios: cadáveres de ambos sexos, con una edad mayor de 16 años; se excluyeron aquellos cadáveres con traumatismo de rodilla, con artropatías locales, con prótesis articulares, aquellos sin la obtención del consentimiento informado o autoridad competente (Ministerio Público) y menores a 16 años de edad en el periodo comprendido del 15 de Octubre al 20 de Noviembre del año 2000.

La variable dependiente fue la concentración de potasio en el líquido sinovial, la variable independiente el tiempo de muerte y las variables complementarias: edad, sexo y causa de muerte.

La toma del líquido sinovial se llevó a cabo con el cadáver en decúbito dorsal y colocando la aguja a nivel del espacio comprendido por debajo del punto medio de la rótula y el fémur en su cara medial, aspirando el contenido hasta extraer 3 ml; posteriormente, se introduce a un tubo de ensaye estéril y llevando a cabo el procesamiento de forma inmediata mediante centrifugación a 1500 revoluciones durante tres minutos para conseguir la separación del ácido hialurónico con el ultrafiltrado del plasma; posteriormente, se realizan las diluciones con 1 ml de líquido sinovial y 1 ml de agua destilada 1:2, 1:4 y 1:8, para realizar una mezcla final de la dilución en una caja de vortex por espacio de 1 a 2 minutos y concluyendo el proceso con la lectura en un aparato llamado *AVL Electrolites*.

Se analizó la información a través del paquete estadístico Excel, los resultados se expresan mediante el uso de gráficos utilizando estadística descriptiva incluyendo medidas de tendencia central y de dispersión, siendo una investigación con riesgo mínimo.

## RESULTADOS

El 77% de los cadáveres correspondió al sexo masculino y el 23% al sexo femenino. El rango de edad fue de 16 a 87 años con una media de 53.70 y una desviación estándar de 4.12 ( Fig. 1 ).

Con respecto a la causa de muerte la mayor incidencia correspondió a traumática en un 70%, un 20% a crónico degenerativa y un 10% a infecciosa. (Fig. 2).

Los valores obtenidos de la concentración de potasio en el líquido sinovial fue de 10.17 como media, una mediana de 8.85 correspondientes a la toma de muestras a intervalos con una hora de diferencia entre los cadáveres del estudio a partir de las 3 horas de muerte hasta las primeras 18 horas posmortem, teniendo una correlación de 0.47 ( Fig. 3).

Dicha relación no se encuentra estadísticamente determinada en forma proporcional, únicamente se observa que, en las primeras ocho horas los valores se mantienen con mínima variación entre sí (desde 0.1 mMol/L hasta 2 mMol/L); y posterior a estos, los valores sufren un incremento de manera significativa (desde 0.2 mMol/L hasta de 14.3 mMol/L) para las siguientes diez horas sin establecer un patrón de correlación de 0.80 (concentración de potasio / tiempo de muerte); siendo de 0.47 lo cual nos muestra que no es estadísticamente significativo para el estudio.

## DISCUSIÓN

La concentración de potasio en el líquido sinovial no demuestra una relación directamente o inversamente proporcional al tiempo de muerte, ya que observamos que la curva presenta un comportamiento fluctuante a partir de las 10 horas de muerte en donde hay una diferencia de la concentración de potasio muy marcada al valor presentado anteriormente; no así en las primeras horas, en donde observamos que la concentración se mantiene con un comportamiento similar al valor anterior.

Probablemente su comportamiento se vea influenciado por las variables de edad y sexo; ya que, como se sabe, los fenómenos cadavéricos son distintos en su forma de presentación e instauración de acuerdo al estado fisiológico previo a la muerte del individuo, lo que determina diferencias en la homeostasis y que pueden influir en el fenómeno de la concentración extracelular de potasio en el organismo.

Dichos resultados deben ser tomados con mesura en la práctica del médico legista, ya que la relación no se encuentra por el momento determinada en forma inversamente o directamente proporcional al intervalo posmortal.

Se recomienda la realización de un estudio posterior que contemple un número mayor de cadáveres estandarizados por grupos de edad y sexo similares entre sí, analizando comparativamente las variaciones que ocurren con la temperatura y los fenómenos cadavéricos, como la rigidez o la deshidratación; así como de las concentraciones entre ambas rodillas y que sirvan de apoyo a otros métodos ya estudiados en la actualidad para la

determinación del cronotanatodiagnóstico y complementar de esta forma sus resultados a la práctica del médico legista, obteniendo una herramienta más a las que hoy en día se disponen.

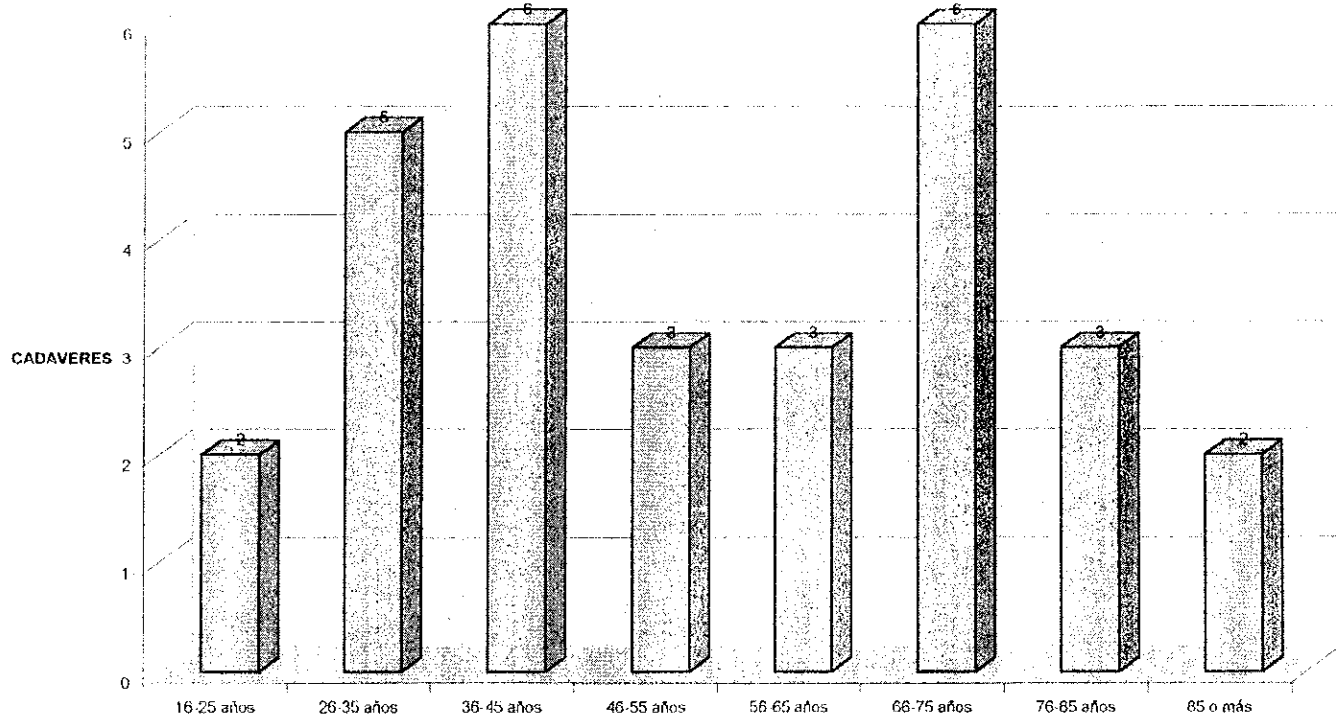


## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- 1.- Rivas, S. *Medicina Forense*. 1ª ed; Ed. Cuellar, pp. 123-124, 1999.
- 2.- Aso, E. *El Intervalo Postmortal*. 1ª ed; Ed. Masson, pp. 83, 1998.
- 3.- Gisbert, J.A. *Medicina Legal y Toxicología*. 5ª ed; Ed. Masson, pp. 152, 1998.
- 4.- Ronan, O'Rahilly, M. *Anatomía de Gardner*. 5ª ed; Ed. Interamericana-Mc Graw-Hill, pp. 20-21, 1989.
- 5.- Geneser, Z. *Histología*. 8ª ed; Ed. Médica Panamericana, pp. 251-252, 1991.
- 6- Swann, D. *The Lubricating activity of Human Synovial Fluids*. Arthritis and Rheumatism, Vol. 27, No. 5 (May 1984): 552-556.
- 7- Meyer, T. *Fisiología Humana*. 1ª ed; Ed. Salvat, pp. 43-45, 1985.
- 8- Blanco, A. *Química Biológica*. 5ª ed; Ed. El Ateneo, pp. 481, 1989.
- 9- Lavalle, M. *Reumatología Clínica*. 2ª ed; Ed. Noriega Limusa, pp. 94, 1990.
- 10- Ramírez, C. *Medicina Legal Mexicana*. 4ª ed; Ed. 2000, pp. 176, 1998.
- 11- Vargas, A. *Medicina Forense y Deontología Médica*. 1ª ed; Ed. Trillas, pp. 218, 1991.
- 12- Hughes, W. *Levels of potassium in the vitreous humour after death*. Medicine Science and Law. Vol. 5, No. 3 (Jui 1965): 150-156.
- 13- Madea, V. y cols. *References for determining the time of death by potassium in vitreous humour*. Forensic Science International. Vol. 40, No. 3 (Mar 1989): 231-243.
- 14- Madea, V. *Time since death extrapolated from vitreous potassium*. Forensic Science International. Vol. 59, No. 1 (Apr 1993): 80-82.

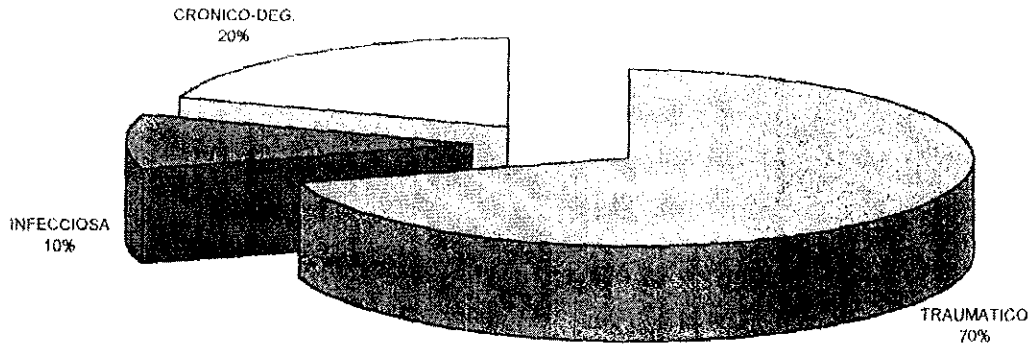
15- Gamero, L. *Precisión of Estimating time of death by vitreous potassium comparison of various equations*. Forensic Science International. Vol. 56, No. 2 (Oct 1992): 137-145.

Fig. 1 DISTRIBUCION DE GRUPO ETAREO



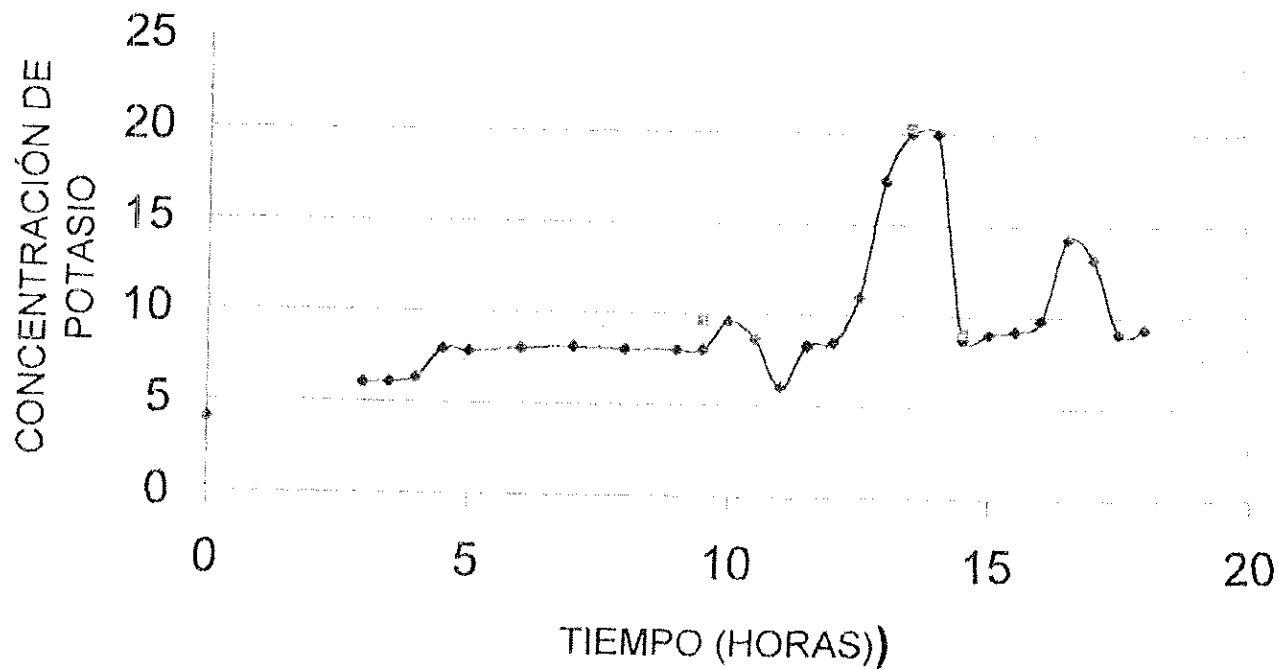
Fuente. - Formato de captura de datos S. Patología H.G. Balbuena.

Fig. 2 COMPARACIÓN DE CAUSA DE MUERTE



Fuente: Formato de captura de datos S. Patología H.G. Balbuena.

FIG. 3 CORRELACIÓN ENTRE CONCENTRACIÓN DE POTASIO Y TIEMPO DE MUERTE



Fuente: Formato de captura de datos S. de Patología del H.G. Balbuena.