

EL PELO COMO ELEMENTO DIAGNÓSTICO EN TOXICOLOGÍA FORENSE

RESUMEN

Las muestras biológicas más empleadas para evaluar la presencia de drogas de abuso han sido tradicionalmente sangre, orina y otros fluidos corporales.

Mientras el análisis de sangre sólo permite extrapolar los valores de drogas existentes en el momento que se recogieron las muestras, es decir poco tiempo después de ser tomadas, el análisis de orina no permitiría este conocimiento a menos que se conozca el tiempo desde la toma hasta su recolección.

El análisis de otras matrices no convencionales como pelos y uñas establecerá el conocimiento de una drogadicción durante largos períodos de tiempo que van desde días, meses o años.

En el siguiente trabajo se pone de manifiesto la utilidad que tiene el pelo capilar o púbico en análisis pre y post – mortem, para establecer no sólo la severidad de una drogadicción sino diferenciar un consumo bajo, moderado o alto siendo en muchos casos el único espécimen disponible que confirma por sí solo una drogadicción.

ABSTRACT

The biological samples used to evaluate drugs consumption in the body had usually been blood, urine and other human fluids.

We can still find drugs in blood 4 or 5 hours after the intake due to the fast metabolism, while in urine can be detectable three or four days after.

In the present work, we use the capilar and pubis hair in order to know the quantity of a drug consumption, and establish the difference between a low, medium or high intake.

The main attribute of hair analysis is that sometimes hair is the unique sample that allows to detect drug consumption.

INTRODUCCION

Actualmente el consumo de drogas de abuso es un problema que afecta indiscriminadamente a todas las clases sociales, variando el tipo de droga a consumir con las posibilidades económicas de cada grupo.

Es por ello que se hace necesario contar con un método adecuado que permita extrapolar en el tiem-

*Ángela Beatriz
Manes Marzano **

** Bioquímica del Cuerpo Médico Forense. Laboratorio de Toxicología de la Morgue Judicial.*

po, su consumo, el carácter del mismo (consuetudinario o no), la muerte por sobredosis y la confirmación de abstinencia cuando ello sea necesario.

Los análisis de sangre sólo permiten evaluar los valores próximos a la ingesta ya que a las 6 horas aproximadamente desaparecen por su rápida metabolización.

En la orina se puede detectar hasta 36 horas después de la toma, dependiendo de la diuresis, como sucede por ejemplo en el caso de la cocaína (1).

Este razonamiento es válido para los seres vivos; en cuanto a los cadáveres también existen limitaciones, ya que los análisis toxicológicos no revelan el consumo previo. Por otro lado la putrefacción impediría realizar los análisis correspondientes.

El análisis de pelo capilar y/o púbico documentará en un individuo vivo o muerto la presencia de drogas por lapsos muy prolongados, que pueden oscilar desde una semana hasta meses o años, estando limitada esta posibilidad al largo del mechón estudiado (2).

El trabajo analítico puede realizarse sobre el total del pelo remitido ya sea de vivos o muertos o sobre segmentos del mismo en el caso que se quiera comprobar la cronicidad del uso de una droga o fármaco.

Como conclusión podemos afirmar que el pelo es el único espécimen biológico que acusará el consumo de drogas o compuestos orgánicos con carácter retrospectivo. El famoso toxicólogo español M. Repetto, en su libro *Toxicología avanzada*

(edición 1995) manifiesta que el pelo, **es un verdadero calendario del uso de la droga.**

FUNDAMENTO

El análisis de pelo se basa en las siguientes premisas fundamentales:

1. Toda droga, medicamento o tóxico que ingresa al organismo siguiendo la vía oral, endovenosa, intramuscular, anal, vaginal, subcutánea, inhalatoria, es llevada por la corriente sanguínea al folículo piloso, uniéndose a la matriz queratínica del pelo acompañando a este en su crecimiento permaneciendo en él en tanto no se corte (3). Conociendo que el crecimiento aproximado del mismo es de 1cm por mes, es posible realizando la segmentación del mismo desde la raíz hasta las puntas conocer el período durante el cual se ha producido la incorporación de la droga. Desde ya que este cálculo se realiza con las limitaciones que se deben al crecimiento irregular del pelo que varía desde 0.7 a 1.5cm dependiendo de las condiciones individuales.

En el caso de tratarse de un ser vivo si se quisiera conocer el crecimiento exacto mensual, se marcará con una tintura la parte más cercana al cuero cabelludo para medir al mes su crecimiento.

2. La unión droga – queratina es inalterable a través del tiempo (días, meses, años) y sólo se disociará por el empleo de métodos hidrolíticos, ácidos, alcalinos o enzimáticos.

3. Cuando se requiera segmentar el pelo se puede analizar cada segmento por separado, lo que dará una idea si la drogadicción es o ha sido consuetudinaria.

De acuerdo a lo expuesto el trabajo analítico se podrá realizar sobre la totalidad del pelo sin tener en cuenta la longitud o efectuar la segmentación del mismo con la expresa condición que lo permita el largo del pelo (4). Esta técnica puede aplicarse al pelo púbico.

CRONOLOGÍA EN EL USO DEL PELO

El primer caso de determinación de venenos en pelo humano, fue publicado por Casper en 1858, quién encontró arsénico en el pelo de un cadáver exhumado 11 años después de su muerte.

Es conocido el caso de Napoleón a quién se le encontró arsénico y otros compuestos 125 años después de su muerte.

También en el pelo de Beethoven se encontró plomo cuando había transcurrido un tiempo largo de su fallecimiento.

Hasta el momento todos los análisis se habían realizado por espectrometría de absorción atómica que aún hoy es el método de elección para detectar metales.

Recién cuando aparece el espectrofotómetro de masas se determinan compuestos orgánicos. Es por esta razón que el análisis de pelo se divide en dos partes, pre y post – masa.

El primero en encontrar opiáceos en el pelo fue Baumgartner en 1979, quién detectó morfina y heroína. A partir de ese momento, investigadores de distintos países continuaron con distintas metodologías para detectar todo tipo de compuestos. El éxito obtenido llevo a la necesidad de crear una

sociedad internacional llamada **Society of hair testing** que realiza a partir del año 1992 reuniones anuales en las cuales se intercambian los conocimientos adquiridos en el tema.

MECANISMOS DE UNIÓN Y RETENCIÓN

Los componentes que intervienen en la retención de los fármacos o drogas en el pelo son: proteínas, melanina y lípidos. Las principales rutas de incorporación son: corrientes sanguíneas, glándulas sebáceas y sudoríparas.

Desde ya que el 90% de la incorporación de la droga se realiza a través de la sangre (5).

CRECIMIENTO DEL PELO

El pelo no crece continuamente sino que lo hace en ciclos alternando períodos de reposo y de crecimiento.

Estos ciclos son:

1. Fase anágena, que es de crecimiento activo y dura 900 días.
2. Fase catágena, período de transición durante el cuál las células detienen el crecimiento y empieza la queratinización del pelo.
3. Fase telógena, es el período de reposo.

TIPOS DE PELO

Hay distintos tipos de pelo según la región anatómica donde se encuentren.

Ellos son:

1. Pelo de la barba, crece 0.27mm por día y se lo ha empleado para hallar la relación dosis – concen-

tración para lo cuál se realiza el rasurado diario luego de la administración por ejemplo de drogas antipsicóticas.

2. Vello púbico y axilar, crece 0.25mm por día.

3. Pelo capilar: es el más útil por su crecimiento regular de 0.33 a 0.60mm por día, siendo el más adecuado para la segmentación.

Todos estos tipos de pelos pueden utilizarse indiscriminadamente para confirmar la presencia de drogas o medicamentos.

COMPUESTOS A ENCONTRAR

Cualquier compuesto puede encontrarse en el pelo siempre que se utilice el método analítico adecuado para cada uno de ellos.

Ellos son:

1. Opiáceos
2. Alucinógenos
3. Psicoestimulantes
4. Barbitúricos
5. Benzodiazepinas
6. Hipnóticos
7. Sedantes
8. Antidepresivos
9. Neurolépticos
10. Cardiovasculares
11. Antiinfecciosos
12. Alcohol

En el último seminario realizado en Roma, en el corriente año, se presentó un trabajo donde se pudieron detectar 52 compuestos farmacéuticos (6).

VENTAJAS DEL ANÁLISIS DEL PELO

1. Inalterabilidad de los resultados. La experiencia nos ha demostrado que el pelo es el único espécimen biológico que puede almacenarse por tiempo indetermi-

nado sin sufrir alteraciones si se lo conserva dentro de un folio de papel aluminio.

2. Duración a través del tiempo. La bibliografía cita un caso donde momias egipcias de 1000 años de antigüedad revelaron la presencia de nicotina (7). Lo mismo cabe decir de momias peruanas en las que se encontró cocaína.

3. No es una técnica invasiva, ya que la extracción de pelo se hace en la parte posterior de la cabeza (nuca) cortando al nivel de la raíz.

4. Cálculos retrospectivos; como se ha mencionado anteriormente es posible conocer el consumo de una droga a lo largo del tiempo basándose en que su crecimiento es regular. El dato obtenido es bastante aproximado sobre todo cuando no se conoce con exactitud el crecimiento del mismo.

5. Uso en cadáveres en estado de putrefacción; nuestra experiencia ha demostrado que la putrefacción no impide que se hallen las drogas consumidas por el individuo.

Es posible establecer en el caso de una intoxicación aguda conocer la droga o fármaco que la ha producido utilizando solo la raíz. En estos casos se requiere utilizar un instrumental adecuado que permita cuantificar la dosis ingerida.(8)

OBJETO DEL ANÁLISIS SEGMENTADO DEL PELO

1. Alarga considerablemente el tiempo de detección.

2. Breves períodos de abstinencia no invalidarán el resultado.

3. El pelo es inerte y su contamina-

ción es difícil, siempre y cuando se tomen las precauciones mínimas para evitarla.

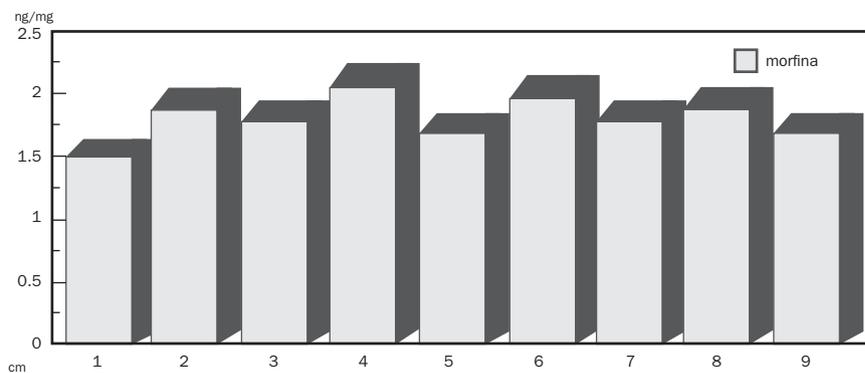
4. La extracción es simple y permite repetir las determinaciones, a pesar del tiempo transcurrido. Nuestra experiencia demostró que en nuestro primer trabajo sobre pelo segmentado presentado en Genova en 1997 en el seminario de la Society of Hair Testing no hubo variación en las concentraciones encontradas luego del año transcurrido desde su primera valoración.

5. Es posible determinar la muerte por sobredosis, que ocurre cuando después de un período de abstinencia, el individuo que ya ha perdido la tolerancia para una droga vuelve a tomar la dosis que consumía regularmente. En ese caso los primeros segmentos no acusarán la presencia de la misma, si los siguientes.

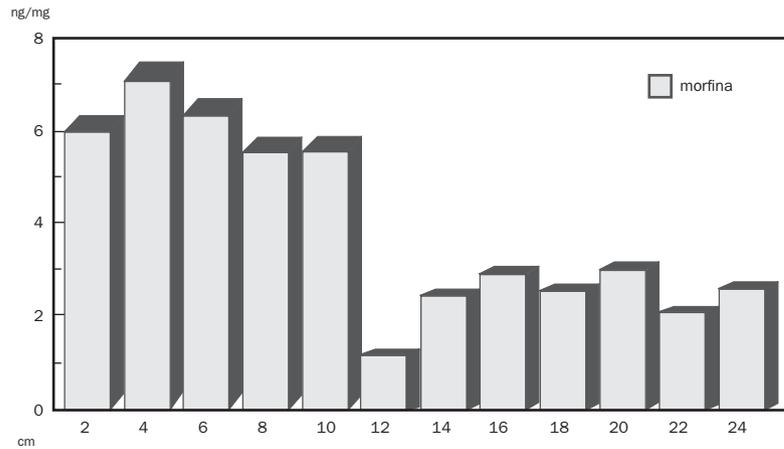
Se entiende por tolerancia la necesidad de aumentar las dosis para conseguir el mismo efecto(9).

En los siguientes ejemplos puede apreciarse la utilidad de este método.

Uso continuo de morfina

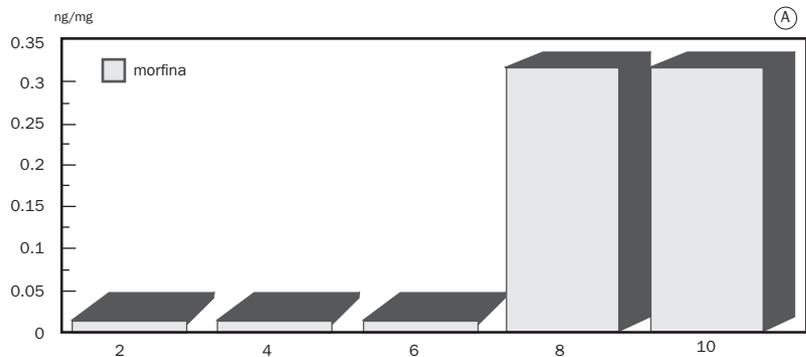


Uso variable de morfina



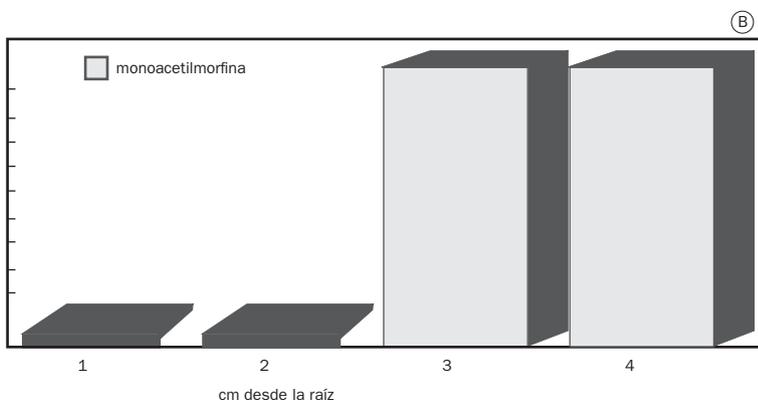
Cada cm equivale aproximadamente a un mes de consumo.

Casos A y B



Un hombre de 55 años fue encontrado muerto en su casa. A su lado se encontraban una jeringa y

la droga consumida. Los primeros 7cm no acusaron consumo por lo que se deduce que su muerte se debió a la ingesta de morfina luego de un período de abstinencia. Es evidente que había perdido la tolerancia hacia la misma y al consumir la dosis que habitualmente tomaba le produjo la muerte.



Un niño de 2 años y medio fue encontrado inconsciente por su madre con temperatura elevada. Basado en los exámenes toxicológicos se dedujo que el cuadro se debía a una intoxicación por consumo de heroína.

Fue hospitalizado y la presencia de 6 – monoacetilmorfina recién se reveló, en los segmentos 3 y 4 en tanto que los dos primeros no acusaron la presencia de la misma ya que correspondieron al lapso de la internación. La madre confesó que le había administrado un jarabe con codeína.

UTILIZACIÓN DEL PELO CAPILAR Y PÚBICO EN TOXICOLOGIA FORENSE POST – MORTEM

En toxicología post – mortem los análisis realizados con los fluidos biológicos como orina, suero y otros complementarios como humor vítreo, extracto se vísceras

suelen utilizarse para establecer las causas de un deceso.

Actualmente las matrices queratinizadas como uñas, pelo púbico y capilar, debido a sus cualidades principales que consisten en la estabilidad de las drogas en las mismas a lo largo del tiempo, hace que su utilización sea cada vez más frecuente; ya que permiten conocer con retroactividad un consumo determinado.

Siendo el pelo capilar el que presenta un crecimiento constante de aproximadamente 85%, es el que se va a utilizar con preferencia al púbico.

La recolección se efectuará antes de la autopsia para evitar su contaminación con sangre y también la hidrólisis que podría ocurrir cuando se procede al lavado de la cabeza. Es necesario que el pelo se envíe seco y completamente limpio.

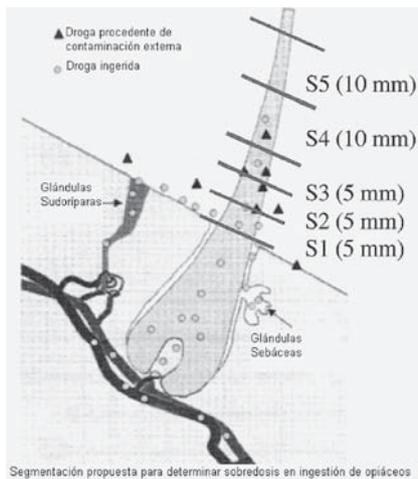
La extracción se efectuará de la parte posterior de la cabeza girándola si es necesario para facilitar la obtención de la misma.

En el caso de efectuar un análisis segmentado se deberá alinear perfectamente el mechón extraído sobre un folio de papel aluminio indicando perfectamente las partes correspondientes tanto a la raíz como a las puntas, procediendo a envolverlo con el mismo. Con ello se evitará la posible contaminación que pueda ocurrir.

Hay tres situaciones principales donde el análisis de pelo segmentado es importante. En primer lugar, en los casos de violaciones u otros procesos criminales donde es necesario conocer con aproximación el tiempo en el cuál tuvo lugar un hecho determinado. Segundo,

puede proveer datos temporales del mapeo del uso de una droga determinada y finalmente, conocer cuando la muerte de un individuo se ha producido por pérdida de la tolerancia a una droga que estaba consumiendo habitualmente. En este último caso se hace necesario estudiar los segmentos más próximos a la raíz.

Un período de abstinencia de 7 a 14 días en el caso de los opiáceos implicaría trabajar con segmentos cortos para determinar el tiempo de tolerancia con seguridad (10 - 11).



APLICACION DEL ANALISIS DE PELO EN TOXICOLOGIA PRE - MORTEM

El pelo como elemento diagnóstico puede utilizarse en los siguientes casos:

- 1- Conocer si un individuo cumple con la abstinencia que se le ha pedido.
- 2- En las evaluaciones psiquiátricas conocer si el paciente es un consumidor consuetudinario o no.
- 3- Comprobar a partir del análisis del pelo de un recién nacido conocer si la madre ha sido consumidora durante el embarazo (12).

- 4- En las disputas originadas por la tenencia de un niño comprobar si alguno de los padres es consumidor a fin de conceder la tutela del mismo.

CONCLUSIONES

En el Laboratorio de Toxicología de la Morgue Judicial se han procesado desde el año 2004 alrededor de 1500 muestras de pelo capilar y púbico provenientes de autopsias y seres vivos.

Al principio sólo se analizaron muestras de pelo capilar, pero a través del tiempo se agregó el vello pubiano. Esto se debió a la invalorableidad del mismo ya que en mínimas cantidades podía no sólo confirmar los resultados obtenidos con el primero si no por sí sólo detectar la presencia de una droga de abuso.

Ambos especímenes se utilizaron en casos especiales como suicidios, enfrentamientos armados, muertes dudosas en los cuales se buscó la relación entre los hechos acaecidos y el consumo de cocaína.

En cuanto a su empleo en los seres vivos se utilizó para corroborar el consumo o la abstinencia en pacientes psiquiátricos.

Por todo lo expuesto, el análisis de pelo es una herramienta tal vez única por su característica especial de extrapolar resultados en el tiempo siendo de gran importancia para ser usada en toxicología pre y post-mortem.

BIBLIOGRAFIA

- 1- BERMEJO-BARRERA.A,STRANO

- ROSSI, AI (1995) Hair and urine analysis; relative distribution of drugs and their metabolites. *Forensic Science Int.* 70 (203-210).
- PUSHER, A (1989). (Experimental studies on hair as an indicator of past or present or drug. use. *Forensic Science. SOC* 21-83.
- BAUMGARTNER W.A, HILL, B. (1989) Hair analysis for drug of abuse. *Forensic Science* 34; 1433-1453.
- 3- HARKEY, M R. Anatomy and physiology of hair. *Forensic Science Int.* 63-9-18. 1993.
- 4- POWELL, B. C and ROGERS, G E. The role of queratins proteins and genes in the growth structure and properties of hair in formation and structure of Human hair Jolles, Zhan and Hocker, H Eds, Birkhauser Verlag, Basel, 1997, pp. 59-148.
- 5- KIDWELL, D, and BLANK. R Mechanism of incorporation of drugs in hair. National Institute of health Publication 95-327. Washington. D.C., pp. 19-90.
- 6- KATRINE M. KLOSE N. Screening y quantification of 52 common pharmaceu ceutical and drug of abuse. Univ of Denmark, 2003.
- 7- MUSSHOF, ROSENTHAL, MADEA. Determination of nicotine in hair samples of 1000-years old mummies. Institute of Forensic Medicine. S.O.H.T. 2007. 26-27.
- 8- NAKAHARA AND KIKURA. Hair analysis for drugs of abuse. The incorporation rates of amphetamines. *Arch. Toxicol.* 70, 841-849. 1996.
- 9- TAGLIARO F, DE BATTISTA Z. Death from heroin overdose: findings from hair analysis. *The Lancet.* Vol 351 (1923-1925). BAUMGARTNER A . OSTWALD. R Control of abstinence or proof of consumption. Institute of Legal Medicine, University of Zurich. STAUB C. Hair analysis for the diagnosis of opiate addiction. *Forensic Science International* 63 (1993) 69-75.
- 10- WHITE, J.M. and IRVINE, R.J., Mechanisms of fatal opioid overdos, *Addiction*, 94: 961 – 972, 1999.
- 11- CLAUWAERT, K.M., VAN BOCKLAER, J.F., LAMBERT, W.E., and DE LEENHEER, A.P., Segmental analysis for cocaine and metabolites by HPLC in hair of suspected drug overdose cases, *For. Sci. Int.* 110, 157–166, 2000.
- 12- VINNER, E. et al., Hair analysis of opiates in mothers and newborns for evaluating opiate exposure during pregnancy, *For. Sci. Int.*, 231, 57, 2003.
-