

Determinación de drogas de abuso en pelo

Abuse drugs in hair

Dra. Mildred Alvarenga Calidonio¹

¹ Toxicóloga Forense, Dirección de Medicina Forense de Honduras

Correspondencia a: malvarenga@gmail.com

Recibido: Diciembre 2015, Aceptado Abril 2015.

REFERENCIA: Alvarenga M. Determinación de drogas de abuso en pelo. Rev. cienc. forenses Honduras. 2016; 2(1): 47-55.

RESUMEN

La búsqueda de matrices adecuadas es un reto permanente para la Toxicología y especialmente para la Toxicología Forense, ya que pese a que la sangre y la orina son matrices analíticas ampliamente conocidas y utilizadas, las limitantes que estas presentan en ciertos casos, propició la búsqueda de matrices alternativas que permitieran superar las limitaciones que estas presentan.

Las primeras aplicaciones del pelo como matriz biológica para análisis datan de 1858 y hoy día es ampliamente utilizado, fundamentalmente debido al tiempo de detección tan prolongado que se consigue con esta muestra, así como a la posibilidad de establecer un perfil cronológico de consumo y su asiduidad. Este trabajo pretende ilustrar la importancia que tiene el pelo como matriz analítica complementaria en ciertos casos en los que es importante determinar consumo consuetudinario de drogas ilícitas, lícitas y alcohol, así como sus limitantes y retos en la interpretación.

ABSTRACT

The search for the suitable matrix is a permanent challenge for Toxicology and especially for Forensic Toxicology, since, despite the blood and urine are some kinds of matrix widely known and used analytically. Limiting these resources have, in some cases, led to the search alternative matrix that allow overcome the traditional limitations.

The first applications of hair as biological matrix for analysis was in 1858 today is widely used, mainly due to longer time in the detection achieved with this sample, as well as the possibility of a chronological profile of consumption and assiduity.

The objective of this review is to illustrate the importance of hair as complementary analytical matrix in certain cases where it is important to determine common illicit, licit drugs and alcohol, as well as its limitations and challenges in interpretation.

PALABRAS CLAVE

Pelo, Drogas de abuso, Matrices biológicas.

KEY WORDS:

Hair, Abuse drugs, Biological matrices.

INTRODUCCIÓN

Las primeras aplicaciones del pelo como matriz biológica datan de 1858, cuando Casper publica un artículo sobre el hallazgo de arsénico en un cadáver exhumado 11 años después de su muerte.^{1,2} También es muy conocido el caso de Napoleón a quien se le encontró arsénico y otros compuestos 125 años después de su muerte;¹ en el cabello de Beethoven se encontró plomo cuando había transcurrido un tiempo largo desde su fallecimiento.¹ Sin embargo su aplicación como matriz para la investigación de drogas de abuso es más reciente y está ligada a la utilización de la espectrometría de masas como metodología analítica.¹

Anteriormente 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 en pelo compuestos orgánicos. Es por esta razón que el análisis de pelo se divide en dos etapas, pre y post masa. El éxito obtenido en el análisis de compuestos orgánicos en pelo, llevo a la necesidad de crear una sociedad internacional llamada Sociedad Americana de Análisis de Drogas en Pelo (SoHT) por sus siglas en ingles que realiza a partir del año 1992 reuniones anuales en las cuales se intercambian los conocimientos adquiridos en el tema.^{1,3} Hoy día el pelo como matriz analítica es ampliamente utilizada; fundamentalmente debido al tiempo de detección tan prolongado que se consigue con esta matriz, así como a la posibilidad de establecer un perfil cronológico del consumo y su asiduidad.^{1,3}

MORFOLOGIA Y COMPOSICIÓN DE LOS ELEMENTOS PILOSOS

Para comprender porque el pelo se utiliza como matriz en el análisis de drogas revisaremos sus componentes morfológicos y químicos.

COMPONENTES MORFOLÓGICOS

La cutícula es la capa más externa del pelo, le sigue una capa intermedia que es la corteza o córtex que constituye la porción más gruesa del pelo y la más interna es la médula que constituye el corazón del pelo;³ la presencia de la medula en el pelo puede ser constante, intermitente e incluso puede estar ausente, lo que está condicionada por el diámetro del pelo; tiene como función proteger de la agresión del ambiente a las células de la corteza, por ejemplo de la radiación ultravioleta, agentes químicos y stress mecánico, pero a medida que el pelo envejece hay una degradación gradual de las células de la cutícula a lo largo de todo el pelo y por ende de su función protectora. Es importante tener en cuenta que la cutícula puede ser total o parcialmente perdida en casos de enfermedades del pelo así como por tratamientos cosméticos, radiación ultravioleta, etc., factores que pueden influir en la fijación y estabilidad de drogas en el pelo.^{3,4}

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PELO

La matriz pilosa es ácida, contiene además proteínas fibrosas: 65 % a 95 % (alto % de queratinas), lípidos: 1 % a 9 %, sales minerales 0.25 % a 0.95 % (sobre peso seco), sustancias hidrófilas, trazas de otros elementos, polisacáridos, agua 15% a 35 %, melaninas porcentaje variable porque dependerá del color del pelo. Los gránulos de melanina se encuentran mayoritariamente en el córtex o corteza, también puede encontrarse en menor proporción en la médula, normalmente está ausente en la cutícula.^{4-5,6}

METABOLISMO

Hasta el momento no se conoce con exactitud las vías de entrada de las drogas al pelo y los sitios específicos donde se quedan retenidas. Las principales rutas propuestas de incorporación son: corriente sanguínea, glándulas sebáceas y sudoríporas, el 90% de la incorporación de la droga

se realiza a través de la sangre. Los componentes que intervienen en la retención de las drogas en el pelo son: Las proteínas, la melanina y los lípidos.⁴

El córtex o corteza es el componente morfológico que mayor influencia tiene en la retención de las drogas ya que la melanina y la queratina forman parte de este. El segundo lugar lo ocupa la medula que es donde se encuentran los lípidos y proteínas, la cutícula tiene una influencia mínima. Así mismo en la retención e incorporación de las drogas al pelo influyen factores que dependen de las propiedades físico-químicas de la droga misma como ser: estructura química de la droga, lipófila, afinidad por la melanina, capacidad de penetración de membrana.⁴

Los estudios científicos, muestran que la melanina juega un rol importante en la incorporación de drogas en el pelo. En estudios con animales se demostró que hubo una buena correlación entre la afinidad a la melanina y la incorporación de la droga en el pelo. En estudio con cabello humano se encontró que la concentración de drogas fijadas en pelo pigmentado es mucho mayor que en pelo claro.^{3,6} Ha sido también documentado que la lipofilidad es un factor clave para la fijación de las drogas en éste tipo de matriz. Por ejemplo: la cocaína y heroína son mucho mejor incorporadas a la matriz del pelo que la benzoilecgonina y la morfina, ya que las primeras son más liposolubles.⁷ Lo mismo puede decirse de la metanfetamina que es mejor incorporada que la acetil anfetamina por la misma causa, esto sugiere que la basicidad es un factor importante en la fijación de una droga en el pelo.⁷ Una comparación de concentraciones en la relación de área bajo la curva (AUC), entre plasma y pelo, mostraron que cocaína, fenciclidina conocida como PCP y MDMA o sea metilendioximetanfetamina, (anfetamina de diseño conocida en la jerga callejera como Éxtasis), son mejor fijadas al pelo mientras que

el delta 9 tetrahydrocannabinol es menos fijado; aunque éste último se fija con mayor dificultad.^{4,5,7}

Si bien los mecanismos de incorporación de drogas no han sido aun completamente aclarados y aún existe discusión al respecto, evidentemente la concentración de drogas fijada en pelo, dependerán de la capacidad química de la droga para ser incorporada a la matriz del mismo, así como para ser retenida por la estructura del pelo.^{4,5}

CRECIMIENTO DE LOS ELEMENTOS PILOSOS

Existe una gran variabilidad interindividual, determinada por: sexo, edad, etnicidad en lo que a la velocidad de crecimiento del pelo se refiere por lo que la SoHT recomendó que para la determinación de drogas de abuso en casos forenses se puede aceptar el parámetro que el cabello crece a una velocidad de 1 cm cada mes, lo que le da la ventaja al pelo de poder establecer cronicidad en el consumo o consumo de drogas en el pasado, hechos que no se pueden determinar con las matrices de sangre y orina que han sido las más comúnmente utilizadas.^{3,5-7}

APLICACIONES DE LOS ELEMENTOS PILOSOS EN EL ANALISIS TOXICOLOGICO

Por sus peculiaridades el pelo permite la caracterización del consumo de drogas y el diagnóstico de la drogadicción.

Proporciona información que no se puede obtener mediante el análisis de otras muestras biológicas, debido fundamentalmente al tiempo de detección tan prolongado que se consigue con esta muestra, así como la posibilidad de establecer un perfil cronológico del consumo de drogas, o de conocer la asiduidad en el consumo, así mismo es muy utilizado en los procesos de seguimiento en los casos de desintoxicación y consumo de drogas en el pasado

especialmente en cabello por la longitud del mechón,^{5,8} y se plantea como la matriz de referencia para descartar una exposición crónica en los niños con intoxicación aguda o en aquellos que proceden de un ambiente de riesgo.⁹

Los análisis de drogas en pelo en el ámbito de la Toxicología Forense se utilizan en forma rutinaria, en casos de divorcio y de custodia de hijos,² en traficantes para demostrar consumo crónico, en privados de libertad para demostrar el consumo de drogas en la cárcel o antes de ingresar a la cárcel, en cadáveres en avanzado estado de putrefacción para establecer consumo de drogas previo a su muerte.^{5,10}

La verificación de la historia del consumo de drogas debido a la característica tan importante y única del pelo de proporcionar información sobre la exposición a drogas durante períodos de tiempo que solo dependen de la longitud del mechón,^{5,11} estos análisis pueden ser útiles para confirmar las historias de consumo de drogas en cualquier situación en la que se requiera conocer el consumo en el pasado más que el consumo reciente, como puede suceder en los casos de análisis de drogas en el medio laboral, especialmente en los casos de pre empleo^{5,11} también puede ser interesante cuando es difícil o imposible conocer la historia de consumo, como puede ocurrir en los pacientes psiquiátricos; o también cuando se quiere demostrar que ha habido un consumo crónico varios meses antes de la toma de la muestra, tal es el caso de los drogadictos que entran en prisión y dejan de consumir drogas, pero algún tiempo después les puede interesar demostrar que antes de su encarcelamiento eran consumidores de drogas;^{5,3} se ha utilizado en el control de consumo de cocaína durante la gestación a través del análisis del pelo del recién nacido y del propio vello púbico materno.²

VENTAJAS DEL PELO COMO MATRIZ PARA ANALISIS DE DROGAS DE ABUSO

1. Inalterabilidad de los resultados. La experiencia ha demostrado que el pelo es el único espécimen biológico que puede almacenarse por tiempo indeterminado sin sufrir alteraciones si se lo conserva adecuadamente.^{1,8,12}
2. Duración de las drogas a través del tiempo. La bibliografía cita un caso donde momias egipcias de 1000 años de antigüedad revelaron la presencia de nicotina.^(7,8) Lo mismo cabe decir de momias peruanas en las que se encontró cocaína.^{2,5}
3. Su recolección o toma de muestra no requiere de una técnica invasiva, ya que la extracción de pelo se hace en la parte posterior de la cabeza (región occipital baja) cortando al nivel de la raíz.^{1,8,11,12}
4. Utilizando cálculos retrospectivos; 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.^{1,8}
5. Uso en cadáveres en estado de putrefacción; las experiencias ha demostrado que la putrefacción no impide que se hallen las drogas consumidas por el individuo.^{1,8}

METODOLOGIA ANALITICA

Los laboratorios deben ser capaces de detectar cada vez un mayor número de sustancias diferentes y usar métodos de detección e identificación rápidos, además de fiables y específicos. Son muchos los factores a tener en cuenta en este tipo de análisis, tanto relativos a la sustancia a investigar como a la matriz biológica analizar. En resumen, los requerimientos analíticos para la determinación de drogas de abuso en muestras de pelo son sensibilidad, especificidad y ausencia de efectos

matriz. Las fases de análisis de drogas en pelo se resumen en: ^{3,9,10}

- Toma o recolección de la muestra.
- Procesamiento (lavar, secar, triturar y pesar)
- Extracción de las drogas
- Análisis propiamente dicho

La toma de muestra de pelo debe ser realizada por personal debidamente entrenado. Deben ser obtenidas en un ambiente no contaminado por las drogas, debiéndose coleccionar una cantidad suficiente de muestra tal que la misma permita repetir los análisis en caso de ser necesario. ^{3,9}

Se recomiendan los siguientes pasos generales de colección de muestra:

El pelo debe coleccionarse de la región posterior de la cabeza, prefiriéndose ésta área porque un 85 % de ella presenta pelo en fase de crecimiento activo y por lo tanto mayor cantidad de droga podría fijarse en ella. ^{10,11}

El pelo debe ser cortado tan próximo como sea posible al cuero cabelludo o la piel si es de otra región del cuerpo.

El peso de la muestra adecuado para permitir los estudios de screening y de confirmación debe ser de unos 100 - 200 mg, (cantidad equivalente al diámetro de un lápiz).

Para su almacenamiento el pelo podría guardarse en un folio de aluminio que garantiza su integridad y previene su contaminación, así como en una bolsa de papel adecuadamente rotulado.

Lavado: Es el primer paso del tratamiento la muestra, con el fin de eliminar la posible contaminación externa, que podría dar lugar a un falso positivo. Para ello existen varios procedimientos, se debe seleccionar el que no destruya la matriz queratínica del pelo,

“Los pasos fundamentales para el análisis adecuado de las muestras de elementos pilosos, consisten principalmente en...

- 1.-Toma de muestras,
- 2.-Procesamiento:
(Lavado, secado, trituración y pesado)
- 3.-Extracción
- 4.-Análisis e interpretación de resultados”....

posteriormente el cabello se seca en estufa a temperaturas no demasiado elevadas para no alterar las drogas más volátiles, posteriormente se corta o se pulveriza y se pesa (50 a 200mg).^{9,13}

Extracción: Es un proceso de hidrolisis que puede ser ácida, básica o enzimática para liberar las drogas unidas a la queratina, el tipo de hidrolisis depende de la naturaleza química de la droga a investigar.^(9,13)

Análisis: Se hace necesario una técnica analítica de alta sensibilidad y especificidad¹⁴ debido a que la cantidad de muestra disponible no siempre es muy grande y las cantidades de droga encontradas pueden ser pequeñas, sobre todo en el caso de consumidores esporádicos u ocasionales. Se puede realizar un tamizaje inmunológico previo, pero la Cromatografía de Gases Acoplada a espectrometría de masas,¹³ es la que más se ha utilizado para la determinación y confirmación del consumo, se reportan estudios por cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas o por tándem masa- masas.⁸ Estas técnicas permiten diferenciar los principales metabolitos de las drogas encontradas así como la determinación simultánea de varias drogas a la vez y su cuantificación.⁹

Interpretación de Resultados:

Entre los criterios que se deben tomar en cuenta en la interpretación de los resultados del análisis de drogas en pelo para evitar falsos positivos se mencionan los siguientes:

1.-Análisis de los lavados para establecer que los resultados obtenidos no son producto de la contaminación externa.³

2.-Identificación de los metabolitos como ser Benzoilecgonina (BEG), etilbenzoilecgonina (EtBEG), 6 Monoacetilmorfina (6 MAM) , Tetrahidrocannabinol (THC-COOH).³

3.-Cociente o relación entre la concentración de la droga madre y el metabolito generalmente la

concentración de droga madre es mayor. De hecho, la SOHT ha establecido unas relaciones mínimas de concentración entre sustancia madre y su metabolito para dar un resultado positivo y excluir la contaminación externa (MAM/morfina > 1,3; BEG/cocaína > 0,05 y presencia de THC-COOH para confirmar uso de cannabis.²

4.-Establecer valores de corte (cut off), conocido también como umbral de positividad, a este respecto la Sociedad Americana de Análisis de Drogas en Pelo recomienda que al establecer estos valores debe tomarse en cuenta la legislación de cada país, sustancia consumida y método analítico utilizado.³

5.-Filiación étnica y color del cabello, se ha demostrado que el pelo negro retiene más droga que el color castaño y este a su vez más que el rubio.^{3,11}

6.-Procedencia anatómica de la muestra. Si bien es cierto que al no tener cabello disponible se puede utilizar pelos de pubis, axila etc., los mecanismos y tiempos de acumulación de las drogas en estas matrices no están todavía aclarados, por ello se deben interpretar en este caso los resultados analíticos con muchísima cautela. No se tiene la certeza, además, de la ventana de detección de las diferentes drogas en estas muestras, considerada quizá hasta 2 años, ni las relaciones entre la sustancia madre y sus metabolitos, que probablemente son diferentes que en el cabello.²

7.-El tratamiento cosmético. En condiciones normales, la cutícula está intacta y supone una barrera para la pérdida de las drogas incorporadas, pero algunos tratamientos cosméticos, especialmente los que emplean ácidos o bases fuertes como son la decoloración y la permanente, pueden ocasionar alteraciones en el pelo, como pueden ser dañar la cutícula, cambiar la estructura molecular de los pigmentos como la melanina o degradar las drogas incorporadas; todo lo cual se traduce en una disminución de las concentraciones

de las drogas presentes en el pelo, los distintos autores observan una disminución en las concentraciones en las muestras tratadas cosméticamente respecto de las que permanecen sin tratar. Esta disminución fue siempre más severa en pelo decolorado que en el teñido.^{5,3,11}

LIMITANTES DEL ANALISIS DE DROGAS EN PELO

La interpretación de resultados toxicológicos es difícil ya que las drogas y/o sus metabolitos se encuentran en muy pequeñas concentraciones y siempre existe la posibilidad de interferencias por tratarse de matrices complejas.^{4,14-17}

Los resultados obtenidos del análisis de drogas en pelo no permiten su extrapolación¹⁴ para establecer si un día concreto, un individuo se hallaba en estado de intoxicación plena o bajo la influencia de un síndrome de abstinencia, a causa de su dependencia de tales sustancias.

La longitud menor de pelo que se puede tomar para el análisis de drogas, como ya se dijo es de un centímetro que equivale a un mes de crecimiento, por lo tanto los resultados que obtengamos en el segmento más cercano a la raíz demostraría el consumo bajo, medio o alto durante el mes anterior a la toma de muestra.

También se hace imposible saber si una persona ha consumido drogas en un día, en particular, puede ser que solo consumió los fines de semana, o que solo medio mes y la otra mitad del mes no consumió. Es decir no podemos demostrar homogeneidad del consumo durante el mes analizado.⁵ El análisis de los confirmar si una persona se encuentra en un estado de intoxicación plena. Se han realizado numerosos trabajos de investigación para buscar una relación entre la dosis de droga consumida y la concentración detectada en el cabello. En todos ellos se comprueba que no es posible la extrapolación de las concentraciones encontradas en los cabellos para

obtener información de la dosis consumida, debido a la gran variabilidad interindividual.⁵

Por otra parte, el grado de dependencia de un individuo de las drogas, en modo alguno puede deducirse de los análisis de cabellos. De estos sólo puede inferirse la asiduidad en el consumo de drogas,¹² debido a los factores que influyen en la incorporación y retención de las drogas en el pelo o establecer un perfil cronológico o secuencial del consumo, pero no una situación clínica de dependencia orgánica o psíquica. No se puede establecer una correlación entre dosis consumida y concentración detectada, ya que existe una gran variabilidad individual en la retención de las drogas en el pelo¹¹, como ya se mencionó anteriormente. Tampoco se ha establecido la dosis mínima detectable, por lo que un negativo no siempre excluye un consumo y el resultado cuantitativo del análisis sólo indica la severidad del consumo.²

DISCUSION

El pelo como matriz alternativa a la orina, sangre y otros fluidos biológicos, para análisis de drogas tanto lícitas como ilícitas, está siendo cada vez más utilizado por sus ventajas ya que es una matriz en la que no se pueden falsificar resultados por abstinencia temporal o adulteración, la recolección o toma de la muestra no es invasiva, ni intrusiva; también permite la toma de una segunda muestra cuando fuere necesaria sin tener cambios significativos en los componentes, su estabilidad como la de los análisis presentes o incorporados se mantienen aún sin refrigerar por períodos de tiempo muy prolongado, ya que el pelo se destruye solo por incineración o ácidos extremadamente fuertes. Lo que es muy significativo especialmente en países como el nuestro donde no siempre es posible mantener una adecuada red de frío, para la conservación de las muestras. El pelo y especialmente el cabello permiten obtener resultados de una exposición a drogas que va desde días (aproximadamente 15 días), meses e inclusive años,

todo depende del largo del mechón. Esta matriz proporciona información sobre el período de tiempo que se consumió determinada droga, estas ventajas nos permiten establecer cronicidad, asiduidad, intensidad del consumo, drogadicción y consumo en el pasado, su análisis requiere de métodos y técnicas analíticas altamente selectivas, sensibles y específicas siendo las más utilizadas la cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masa, liquido-masas y liquido-masas-masas, y a que las concentraciones en que se han detectado las drogas madre y/o metabolitos, anda en el orden de los nanogramos y fentogramos.

La desventaja de esta matriz es que no permite establecer si una persona en el momento de la toma de la muestra está bajo la influencia de una droga, tampoco permite extrapolar los resultados al momento de la toma, ni establecer la dosis consumida, porque por las concentraciones en que se fijan las drogas en el pelo se hace necesario cortar el pelo en fragmentos de un centímetro basándonos en la velocidad de crecimiento, particularidad que únicamente nos permite determinar cronicidad y consumo en el pasado.

Pese a lo anteriormente establecido las ventajas de esta matriz están permitiendo su utilización en los siguientes campos: En lo que conocemos como Toxicología Clínica para monitorear tratamientos en pacientes psiquiátricos, o monitoreo de pacientes sometidos a procesos de desintoxicación, en Toxicología del Trabajo u Ocupacional para determinar si un aspirante a un trabajo es o ha sido consumidor de drogas o monitoreo de consumo de droga en el lugar de trabajo; homogeneidad del consumo durante en Toxicología Forense post mortem (en cadáveres, restos cadavéricos o en descomposición) para establecer o confirmar la causa de muerte por ingesta y/o sobredosis de drogas y antemorte para determinar si una persona es consumidor de drogas, en cabellos de recién nacidos par

a confirmar o descartar consumo de drogas por la madre durante el embarazo y en el caso de privados de libertad poder establecer si consumen drogas dentro de la prisión, cuánto tiempo tiene de no consumir o si cuando cometió el hecho delictivo estaba bajo la influencia de una droga que afectara su conducta.

En síntesis el cabello por su amplia ventana de detección nos revela el perfil cronológico del consumo de drogas por la persona evaluada, con los resultados sabremos en que estadios de tiempo consumió drogas, no consumió drogas, que drogas consumió y el progreso de su dependencia y tolerancia en casos de desintoxicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Manes Marzano A. El pelo como elemento diagnóstico en toxicología forense. *Revista Digital de Ciencias*. 2012; 11(6).
2. Repetto Jiménez M, Repetto Kuhn G. *Toxicología fundamental*. 4ª ed. España: Díaz de Santos; 2009.
3. Society of Hair Testing. Recommendations for hair testing in forensic cases. *Forensic Sci Int*. 2004; 29; 145(2-3):83-4.
4. Bermejo AM, Tabernero MJ. Determinación de drogas de abuso en pelo. *Rev Esp med Legal*. 2011; 37(2): 59-66.
5. Repetto Jiménez M. El pelo como matriz para el diagnóstico toxicológico: Curso de experto Internacional en Toxicología. Sevilla, España: Universidad de Sevilla; 2005.
6. Amarillas A, Del Río R, Amarillas A, Moreno C, Black K. Identificación de sustancias extrañas en el pelo. México: Centro de Estudio Universitarios. Viscaya de las Americas; s.f.
7. Perkins de Piacentino AM, Locani OA, Lorenzo JL. Drogas en pelo: sus alcances y limitaciones I. Buenos Aires: Asociación Médica Argentina; s.f.
8. Tabernero Duque MJ, Bermejo Barrera AM. de abuso. *An Pediatr (Barc)* [Revista en Internet]. 2011 [Consultado 28 Marzo 2016];

9. Interpretación de resultados en la investigación toxicológica de drogas de abuso. Boletín Galego de Medicina Legal e Forense. 2009;(16):45-55.
10. García-Algar O, Papaseit E, Velasco M, López N, Martínez L, Luaces C. et al. Consulta en urgencias de pediatría por intoxicación aguda por drogas 74(6):413.e1-9. Disponible en: <http://www.analesdepediatría.org/es/consulta-urgencias-pediatría-por-intoxicacion/articulo/S169540331100049X/>
11. Díaz Tremarias M. Detección de cocaína en pelo y orina de reclusos bajo régimen abierto a través de las metodologías disponibles en el laboratorio de toxicología, Escuela de bionálisis, UCV. Revista de Toxicología en Línea. [Revista en Internet]. 2003[Consultado 28 marzo 2016]; (14):24-38. Disponible en <http://www.sertox.com.ar/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=489>
12. Jurado Montoro C. Análisis de drogas de abuso en muestras de pelo: diagnóstico del consumo crónico. Trastornos Adictivos. 2007; 9(3):172-83.
13. Musshoff F, Rosendhal W, Madea B. Determination of nicotine in hair samples of 1000-years old mummies. Zurich: Institute of Forensic Medicine, SoHT; 2007. 26-27.
14. Vallejo Huertas MD. Determinación de cocaína en cabello como biomarcador de consumo crónico, mediante GC-MS. [Tesis]. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina; 2012.
15. Orellana Pineda RM, Mixco Duke MA. Detección del consumo crónico de cocaína utilizando el cabello como matriz biológica alternativa. Revista de AUPRIDES Vida Universitaria. 2008; (6):48-52.
16. Welch MJ, Sniegowski LT, Allgood CC, Habram M. Hair analysis for drugs of abuse: evaluation of analytical methods, environmental issues, and development of reference materials. J Anal Toxicol. 1993; 17(7):389-98.
17. Wennig R. Potential problems with the interpretation of hair analysis results. Forensic Sci Int [Internet]. 2000 [Consultado 1 abril 2016]; 107(1-3):5-12. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10689559>
18. Harkins D, Susten A. Hair analysis: exploring the state of the science. Environmental Health Perspect . 2003 [Consultado 28 marzo 2016]; 111(4):576-8. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1241447/pdf/ehp0111-000576.pdf>