

## DROGAS EN PELO: SUS ALCANCES Y LIMITACIONES. I

### INTRODUCCIÓN

La historia de la toxicología está fuertemente ligada al uso del Arsénico y otros metales como componente de numerosos medicamentos de amplia aplicación desde la antigüedad y como veneno con el fin de provocar la muerte.

Las descripciones de envenenamiento de Tito Livio y Tácito señalan al arsénico como el veneno fundamental en la Roma Republicana donde fuera utilizado como arma política. Tal extensión alcanzó el uso de los venenos que Sila (82 a. C.) promulgó la famosa "Lex Cornelia de Sicariis et Veneficiis" en la que se castigaba específicamente estos delitos y que luego se completó con la "Lex Julia".

Por lo tanto el miedo a morir envenenado fue constante en la Edad Media y Renacimiento, tomando los personajes importantes de la época, medidas para evitar ser asesinados por este medio; a tal extremo que se impuso que las personas de cierta relevancia fueran "autopsiadas" para descartar éste método como causa de muerte.

Esto trajo aparejado un rápido avance en el conocimiento de la patología humana, no sólo de origen tóxico, sino también de otras etiologías.

En el Siglo XVII fue muy famosa

Margarita d'Aubray, Marquesa de Brinvillier que inventa una mezcla a base de arsénico, cloruro mercurico y opio matando con ella a su padre y dos hermanos, muriendo accidentalmente su amante al manipular estas sustancias y permitiendo que se descubriera el delito. Este caso fue muy importante porque a raíz de él se crea en Francia la "Chambre Ardente" o "Chambre de Poissons", Tribunal que juzgaba sólo delitos por envenenamiento. Esta Corte no sólo penaba a los envenenadores y sus encubridores sino también a todos aquellos que fabricaban estos productos.

En 1798 Plenck afirma que el método para confirmar las intoxicaciones es comprobar la presencia del tóxico en el cadáver.

Hasta el Siglo XIX se carecía de métodos o técnicas que permitieran certificar la causa de la muerte, ya que existía una extrema dificultad para descubrir la intoxicación en el cadáver, pues generalmente se producían lesiones inespecíficas y similares a procesos patológicos que podían ser confundidas clínicamente; además se carecía de un método químico seguro para caracterizar al tóxico.

El uso de Arsénico en envenenamientos decae cuando en 1836 James Marsh crea un método para detectarlo en forma eficaz. En

*Ana María Perkins de  
Piacentino  
Oscar A. Locani  
José L. Lorenzo*

1850 el Conde Hipólito de Bocarmé, asesina a su cuñado administrándole nicotina que él mismo extrae a partir de tabaco. Para demostrar la causa de la muerte Stass crea un método de aislamiento y extracción de tóxicos orgánicos fijos por lo que ya también para dicha época, los alcaloides pueden ser investigados.

A raíz de estos avances químicos y muchos otros, la Toxicología Forense adquiere un gran desarrollo que se va consolidando a medida que sus resultados analíticos pueden ser confirmados mediante la variada tecnología instrumental, cada vez más específica y sensible, de que hoy día se dispone en los laboratorios químico forenses.

En cuanto a las drogas de abuso, éste flagelo ha pasado de ser un problema regional a representar un fenómeno global que afecta a países desarrollados y en vías de desarrollo. La dimensión internacional de éste problema y lo diverso y complejo del mismo obliga a las naciones a intensificar sus esfuerzos en el control que deben ejercer, así como en sus regulaciones; en algunos casos con la introducción de legislación más exigente y severa que muchas veces llega a tener serias consecuencias penales para el individuo que infringe la ley.

La ley, por lo tanto, para que sea aplicada debe sustentarse en datos analíticos concretos y confiables, tanto en material de secuestro como en muestras biológicas, analizando las drogas presentes y/o sus metabolitos en éstas últimas. Los laboratorios periciales deben ser capaces de detectar cada vez mayor número de sustancias diferentes y de usar métodos de detección e identificación que

sean rápidos y al mismo tiempo confiables y específicos.

En cuanto al análisis de muestras biológicas, las técnicas y métodos a aplicar deben poseer una gran sensibilidad, ya que la/s drogas y/o sus metabolitos se encuentran en muy pequeñas concentraciones y siempre existe la posibilidad de interferentes en éstas complejas matrices, lo cual obliga a tener presente las dificultades que muchas veces ofrece la interpretación de los resultados analíticos hallados en ellas.

La disposición de la droga en un fluido biológico y en los distintos tejidos dependerá del proceso de absorción, distribución, biotransformación y excreción. Las propiedades físicas y químicas de la droga, la vía de administración, fluido sanguíneo del tejido, y la concentración, duración y frecuencia de exposición a la droga determinarán los efectos de dicha exposición. El peso molecular, el pK de la droga, su grado de unión a proteínas y lipofilicidad, determinarán en las distintas matrices biológicas la posibilidad de encontrar drogas en ellas.

En ésta apasionante búsqueda de los analitos presentes en las distintas muestras biológicas, con el correr del tiempo, se han agregado a las ya tradicionales muestras de orina, sangre y materiales viscerales lo que hoy día conocemos como **matrices biológicas alternativas**, como son: pelo, saliva, sudor y uñas, permitiéndonos ampliar la búsqueda de las drogas y/o sus metabolitos, presentes en un determinado tejido o fluido biológico.

Teniendo presente las limitaciones que cada matriz alternativa presenta en la detección de drogas de

abuso, así como de las terapéuticas, es relevante su utilidad potencial, ya que proveen una información farmacológica única en la historia de una persona sobre su exposición a las drogas, siendo a criterio de los autores el pelo la que ofrece la mayor ventaja debido a sus propiedades.

El estudio analítico de ésta matriz alternativa es muy útil, ya que puede aportar datos valiosos, como ser la detección de drogas lícitas y/o ilícitas, el tratamiento a que estuvo expuesto el sujeto, así como cronicidad en la exposición a una droga; aspectos importantes en la investigación forense, ya que permiten ampliar los hallazgos analítico periciales que complementan la información sobre la posible causa del óbito o de la intoxicación, como así mismo sobre la historia previa del sujeto sospechado de una adicción o en el seguimiento de su rehabilitación.

El pelo fue considerado siempre por los toxicólogos, como un elemento importante para el estudio de determinados tóxicos, fundamentalmente el arsénico y otros compuestos metálicos, debido a sus propiedades. Aunque su aspecto es frágil es prácticamente indestructible, solo si se lo quema o trata con ácidos fuertes se lo altera.

Tal es así que es bien conocido por todos el estudio hecho al pelo de Napoleón, a más de cien años de su muerte donde se le encuentra arsénico. Y aquí comienzan las especulaciones ante el hallazgo ...

...¿Fue asesinado Napoleón con este tóxico?

Pero también podríamos pensar que no fue así, sino que podría haber sido tratado de alguna do-

lencia con algún medicamento a base de arsénico, tan comunes en su época y de amplia aplicación a una serie de males.

... ¿Cuál es la verdad?

Estas especulaciones hechas sobre un hallazgo analítico concreto: el arsénico, y un hecho cierto, como es la muerte de Napoleón, nos muestra como estamos obligados a ser muy cautelosos ante la interpretación de un análisis pericial para que éste nos permita arribar a la **verdad real**. Los recientes estudios de Kintz y col. (2002) (1), confirman lo que venimos exponiendo.

Con el progreso de los sistemas de aislamiento y detección de tóxicos, se comprobó que no sólo se depositaban en pelo éste tipo de venenos sino que en este podían acumularse otras drogas, entre ellas aquellas que por su acción podrían causar adicciones. Así, desde el año 1979, el pelo se usó para documentar la exposición crónica a una droga, siendo los opiáceos las primeras drogas reportadas en ésta matriz, según los estudios realizados por Baumgartner (2).

El hallazgo de Cocaína en pelo fue reportado por primera vez en 1981, Arnold and Puschel (3); Valente et al.(4). En éstos estudios las muestras de pelo provenían de adictos a drogas de abuso y fueron analizadas por Radioinmunoensayo (RIA), para detectar el metabolito de la cocaína Benzoilecgonina (BZE) a modo de verificar una historia previa de consumo. Luego le siguen estudios adicionales en corto tiempo: Baumgartner en 1982,(5); Smith y Liu en 1986,(6); Michalodimitrakis en 1987, (7) así como Balabanova y Homoki en 1987, (8).

El primer procedimiento para detectar cocaína en pelo usando espectrocromatografía de masa (GC/MS) no fue reportado hasta 1987 (Balabanova y Homoki ). Cuando fue usada ésta técnica más específica, se encontró que la Cocaína y no la BZE era el analito más importante en el pelo. Además se encontró que los metabolitos Benzoilecgonina (BZE) y Metilecgonina (MEC) están presentes en concentraciones bajas y variables.

Como puede apreciarse hace más de veinte años que va creciendo el interés en ésta muestra biológica alternativa diferente a las tradicionales de sangre y orina para detectar el uso de drogas ilícitas, complementando así la búsqueda de analitos que permitan ampliar la investigación forense ya que la mayor ventaja práctica del uso de ésta matriz es su prolongada ventana de detección de drogas en el tiempo, que va de semanas a meses o años y que dependerá del largo del pelo analizado a diferencia de horas o días en la orina o la sangre.

Podría decirse que el estudio analítico de las muestras tradicionales se complementaría con los realizados sobre pelo, ya que orina y sangre permiten obtener información sobre la exposición del sujeto a una droga en corto tiempo, mientras que el análisis del pelo nos permite conocer sobre la exposición a dicha droga a través del tiempo, dependiendo éste, reiteramos, de la longitud del pelo.

Actualmente el número de drogas que se sabe pueden detectarse en pelo está incrementándose constantemente; incluyendo la mayor parte de las publicaciones: opiáceos, cocaína y otros estimulantes,

ampliándose progresivamente a cannabis, benzodiazepinas, barbitúricos, agentes de doping y otros fármacos.

El pelo ha sido usado para documentar la exposición crónica a una droga, intentándose establecer guías internacionales aceptables, tanto de los procedimientos operativos como de criterios de interpretación de los resultados obtenidos.

Son numerosos los trabajos publicados a la fecha que proponen diferentes métodos de extracción y aunque existe un razonable acuerdo de que los resultados cualitativos obtenidos son válidos en el análisis de pelo, la interpretación de los resultados y la utilidad de los datos cuantitativos de las drogas halladas, aún son discutidos y se encuentran en debate, como reconocen las Naciones Unidas en las reuniones de expertos que periódicamente realizan y que fueron publicadas en el manual ST / NAR / 30 Rev. 1.

Ante los hallazgos obtenidos, toma gran impulso e interés el uso del pelo como matriz alternativa, comenzando a aparecer una gran cantidad de trabajos de investigación a nivel internacional intentando explicar los resultados analíticos observados; para abarcar su comprensión es necesario conocer los fundamentos de su composición, su anatomía y su fisiología así como los mecanismos de incorporación de drogas al pelo, la interpretación y utilidad de los resultados analíticos encontrados y los alcances y limitaciones que ofrece ésta matriz alternativa para que nos permita, el hallazgo de drogas de abuso en pelo, arribar a la **verdad real** y no a la verdad aparente.

## LA MATRIZ PILOSA

El pelo es un tejido complejo, cuya biología y fisiología no están completamente comprendidas. El pelo es un anexo de la piel, originado desde el folículo piloso donde se encuentran las células germinativas. Éstas células dan origen a los distintos estratos del pelo, incluyendo cutícula y médula. En el nacimiento las células están en activa proliferación mientras que en su extensión el metabolismo residual es prácticamente insignificante.

Hay similitudes estructurales básicas entre el pelo de distintos colores, origen étnico y de diferentes regiones del cuerpo. Los fundamentos en la composición del pelo, anatomía y fisiología han sido expuestos en sendos artículos por Harkey, (9) y por Cone y Joseph, (10).

## ANATOMÍA

El pelo está compuesto morfológicamente por cinco componentes: cutícula, corteza, médula, gránulos de melanina y células complejas de la membrana. Cada uno es diferente tanto en su morfología como en su composición química. El número de folículos pilosos en la cabeza del ser humano se encuentra entre 80.000 y 100.000, pero éstos disminuyen con la edad. Los folículos emergen de la dermis de la piel y se encuentran altamente vascularizados para alimentar y permitir el crecimiento del bulbo y raíz.

El bulbo en la base del folículo contiene células de la matriz que tienen la capacidad de cambiar morfológica y estructuralmente durante el crecimiento, formando distintas calidades de pelo, difiriendo

en calidad y cantidad de proteínas y pigmentos.

La estructura básica del pelo consiste en dos o tres cadenas de a-keratina entrecruzadas en hebras llamadas microfibrillas que se encuentran organizadas en haces de microfibrillas abarcando todo el volumen de la corteza. Las hebras de pelo son estabilizadas y adquieren su forma por uniones disulfuro e hidrógeno que hacen que el pelo adquiera una estructura semicristalina.

En el folículo del pelo han sido identificadas enzimas de la familia Citocromo P 450 así como otras enzimas que proveen evidencia de que puede ocurrir metabolismo de drogas dentro de la estructura pilosa, sin embargo como la keratinización del pelo se produce en dos o tres días ésta capacidad metabólica se encontraría muy restringida.

## FISIOLOGÍA

La corteza del pelo contiene una capa protectora de células epiteliales. La cutícula es la capa más externa del pelo, le sigue una capa intermedia que es la corteza y la más interna es la médula. La cutícula es una capa cuya función sería la de 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.

### COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PELO

- Proteínas fibrosas : 65 % a 95 % (alto porcentaje de keratinas)
- Lípidos : 1% a 9%
- Melaninas: porcentaje variable (dependiendo del color del pelo)
- Sales minerales: 0.25% a 0.95% (sobre peso seco)
- Sustancias hidrófilas
- Trazas de otros elementos
- Polisacáridos
- Agua: 15% a 35%
- pH de la matriz pilosa: Ácido

La dureza y fortaleza del pelo está determinada por la síntesis de proteínas dentro de las células de la matriz que a su vez pueden adquirir pigmentos y/o cantidades variables de melanina durante la diferenciación celular, por su parte los pigmentos serán los que determinen el color final del pelo.

### FASES DEL CRECIMIENTO DEL PELO

- Anagénico: fase de crecimiento: 4 a 6 años.\*
- Catagénico: fase de transición: pocas semanas.\*

- Telogénico: fase final: 4 a 6 meses.\*

(\*) Para cabello humano.

Los folículos pilosos continúan su crecimiento por un número variable de años pasando por distintas fases durante un ciclo normal de crecimiento. Mientras aproximadamente entre un 85 a 90 % del pelo se encuentra en fase de crecimiento o fase anagénica; una pequeña porción de material piloso comienza la fase catagénica en la cual hay disminución del rango de crecimiento que dura de dos a tres semanas y es rápidamente seguida por la fase telogénica o fase de reposo del pelo, estadio durante el cual no hay crecimiento. Aproximadamente entre un 10 a 15 % del pelo del cuero cabelludo se encuentra todo el tiempo en la fase telogénica.

El posible largo del pelo y su grosor dependerá de la duración de cada una de éstas fases así como del rango de crecimiento. Es muy importante destacar que la duración de cada una de éstas fases, varía de una persona a otra y aún en distintas zonas del cuero cabelludo de una misma persona.

Otro aspecto a tener en cuenta, y no de menor importancia, es que hay sustanciales diferencias en el rango de crecimiento en la relación fase anagénica / fase telogénica entre pelo de cuero cabelludo y pelo de otras regiones del cuerpo, las cuales aún no han sido completamente investigadas. Por ejemplo, la fase telogénica del pelo púbico ocupa prácticamente la mitad de la vida total del pelo.

## VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DEL PELO

En cuanto a la velocidad de crecimiento del pelo, ésta oscila entre 0.7 y 1.5 centímetros por mes en cabello humano aunque existen diferencias por sexo, edad y etnicidad que según la misma puede aún ser de 0.3–1.8 centímetros por mes. Éste parámetro varía también entre pelos del cuero cabelludo con respecto al pelo de otras regiones del cuerpo, (axilar, torácico, púbico, etc). Es de destacar que en un mismo individuo éste parámetro varía según distintas épocas estacionales, situaciones como stress, cambios alimentarios, enfermedades de distinta etiología, alteraciones metabólicas y hormonales, etc.

Manguin y Kintz, (11), determinaron concentraciones de Morfina y Codeína en distintos tipos de cabello humano, pelo axilar y pelo púbico. Encontraron en sus estudios que la concentración de Morfina fue más alta en pelo púbico seguida del cabello y siendo la menor concentración la del pelo axilar. El rango de la relación de Codeína a Morfina encontrado fue 0.054 a 0.273. Los autores lo justificaron por el menor rango de crecimiento del pelo púbico y la posible contribución de drogas que efectuarían el sudor y la orina a éste tipo de pelo.

El hecho de que el pelo se encuentre en distintas fases de crecimiento y de que este se produzca en diferentes rangos es una consideración importante para determinar de que región tomar la muestra para ser analizada. La región óptima de muestra de cabello es la posterior de la cabeza dado que en ella alrededor de un 85 % de los folículos se encuentran en fase anagénica y es además el tipo de

pelo que presenta mayor tasa de crecimiento, llegando a ser el crecimiento del pelo de la región del vertex en mujeres superior a 1.12 milímetros por día. También es interesante considerar que el pelo de mujeres presenta mayor tasa de crecimiento que el de los varones. (Harkey ((9), 1993).

## MECANISMOS DE INCORPORACIÓN DE DROGAS A LA MATRIZ PILOSA

No está totalmente clarificado el mecanismo de incorporación de drogas a la matriz del pelo y aún se sigue discutiendo sobre el mismo, aunque se proponen distintas posibilidades:

- Difusión pasiva de la droga desde la sangre a las células en crecimiento en el folículo piloso o durante la formación del eje piloso.
- Difusión o transferencia desde secreciones como ser sudor y sebo.
- Contaminación externa ambiental, después de la formación del pelo. (14).

Henderson (12 - 13) sugiere que las drogas pueden incorporarse al pelo en distintos sitios, por múltiples mecanismos y en varios momentos del ciclo de crecimiento del pelo.

Las drogas y/o sus metabolitos son distribuidos a lo largo del cuerpo del pelo básicamente por difusión pasiva desde la sangre. La distribución de drogas a través de las membranas celulares es facilitada generalmente por la alta solubilidad lipídica, baja unión a proteínas y factores físico-químicos

como la forma no ionizada de las drogas en la sangre. La difusión de drogas desde capilares de sangre arterial a las células de la matriz en la base del folículo piloso es considerado la causa principal de deposición de drogas en el pelo donde presumiblemente se unen a pigmentos y otros componentes de la matriz.

El sebo es un material lipídico excretado por las glándulas sebáceas y que puede también contribuir a la deposición de drogas en el pelo. Éstas glándulas se hallan asociadas principalmente a los folículos pilosos, aunque algunas glándulas tienen ductos que les hace secretar sebo directamente a la superficie de la piel.

La concentración con que contribuye el sebo al depósito de drogas en el pelo se desconoce aún. Si la droga está presente en el sebo puede depositarse en el pelo a través de un íntimo contacto de éste con la piel del cuero cabelludo.

Kidwell y Blank sugieren que la mayor contribución de drogas en el pelo proviene del sudor y de la excreción sebácea que impregna el pelo, tanto durante su formación como en su maduración.

El sudor juega un rol importante en la incorporación de drogas en el pelo. Los analitos predominantes generalmente encontrados en pelo son las drogas intactas, o sea sin metabolizar, en vez de los metabolitos más polares que preferiblemente predominan en orina. Es importante de tener en cuenta esto dado que, por ejemplo, la cocaína es rápidamente metabolizada a benzoilecgonina, estando presente en la sangre solamente por unas pocas horas luego de una administración de la misma, mientras que la ben-

zoilecgonina persiste en la sangre durante 24 hs o por más tiempo aún. La cocaína es excretada en sudor en un rango de tiempo altamente variable, de 2 a 48 hs permitiendo éste amplio período la transferencia de la droga hacia el pelo.

En cuanto a la contaminación ambiental, estudios recientes indican que ésta contamina al pelo, dificultando entonces la distinción de una administración voluntaria de la droga de una involuntaria (administración pasiva) ante un resultado analítico positivo, lo que fue demostrado en trabajos de investigación realizados en nuestro laboratorio. Varios trabajos se han publicado reportando que la cocaína es absorbida dentro del pelo cuando se está en un ambiente donde se halla cocaína base vaporizada, así como en un ambiente cerrado donde se fuma Cannabis.

Las técnicas de lavado que se emplean para remover la droga que se encuentra externamente en el pelo pueden ser altamente eficientes. En contraste con éstos hallazgos, varios estudios indican que la contaminación externa originada por diferentes formas de exposición puede no ser totalmente eliminada por las técnicas de lavado aunque éstas sean intensivas (15) así como los lavados con metanol, según estudios publicados, removerían más de un 70 % de la cocaína del pelo, proveniente de una exposición al vapor de la misma, pero cantidades significativas quedarían aún en el mismo.

La presencia de cocaína en la parte externa del pelo puede deberse a una exposición ambiental donde se fuma crack, partículas de cocaína en el mismo o soluciones acuosas de cocaína en el ambiente. Una de las formas que se sugieren para

distinguir la droga proveniente de una contaminación externa, del uso voluntario de la misma sería encontrar metabolitos de la droga en la estructura íntima del pelo.

Cone y col. (15), identificaron norcocaína y etilcocaína en el pelo de adictos a la cocaína. La norcocaína se forma por un metabolismo oxidativo de la cocaína mientras que la etilcocaína se forma por la administración simultánea de cocaína y alcohol debido a la acción de esterasas hepáticas (16). Se sugiere encontrar éstos metabolitos además de la benzoilecgonina y otros de la cocaína dado que la inestabilidad ambiental de ésta droga produce benzoilecgonina como un derivado de hidrólisis importante, por lo tanto podría ser administrada conjuntamente con la droga ilícita, por lo cual no sería relevante su hallazgo en un análisis de pelo para decidir si se debe la presencia de la droga a una administración voluntaria o a una involuntaria. En cambio la norcocaína y etilcocaína no son habituales compuestos de la droga ilícita pudiendo ser utilizados como indicadores de una administración voluntaria de la droga.

La identificación de metabolitos de la Heroína en pelo puede diferenciar adictos a la misma de usuarios a otro tipo de opiáceos. Goldberger y col. (17), identificaron Heroína, 6-monoacetilmorfina y morfina en el pelo de heroinómanos. La 6-monoacetilmorfina es encontrada en altas concentraciones en pelo, en cambio la morfina conjugada es el metabolito en mayor concentración en orina. En el estudio que realizaron en pelo sobre una población de 20 sujetos heroinómanos hallaron : Heroína en 7 casos y 6-monoacetilmorfina en 20 casos. Ninguna droga fue encon-

trada en el grupo de control libre de drogas. Éste hallazgo lo consideraron altamente significativo y sugirieron considerar a la 6-monoacetilmorfina como un metabolito específico de los heroinómanos ya que su presencia no puede implicar el uso de otros opiáceos.

## ASPECTO QUÍMICO

Desde el punto de vista químico existen tres factores fundamentales para la incorporación de una droga en el pelo:

- Afinidad por la melanina.
- Lipofilia.
- Basicidad.

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.

Ha sido también documentado que la lipofiliidad 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. 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.

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 Extasis), son mejor fijadas al pelo mientras que el delta 9 tetrahidrocanabinol es menos fijado; pero aunque éste último se fija con mayor dificultad, de hecho lo hallamos en las muestras pilosas analizadas en el laboratorio.

Si bien los mecanismos de incorporación de drogas no han sido aún completamente aclarados y aún existe discusión al respecto, evidentemente la concentración de drogas fijada en pelo, dependerá 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.

### RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS

La toma de muestra de pelo debería ser realizada a nuestro criterio por personal debidamente entrenado.

Deben ser obtenidas en un ambiente no contaminado por las drogas, debiéndose colectar una cantidad suficiente de muestra, tal que la misma permita repetir los análisis en caso de ser necesario.

Se recomiendan los siguientes pasos generales de colección de muestra:

- El pelo debería colectarse de la región posterior de la cabeza, prefiriéndose éste 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.

- 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 sería de unos 100 - 200 mg, (cantidad equivalente al diámetro de un lápiz).
- Para su almacenamiento el pelo debería guardarse en un folio de aluminio que garantiza su integridad y previene su contaminación, así como en una bolsa de papel adecuadamente rotuladas.
- La/s muestras pueden ser conservadas a temperatura ambiente.
- Si la muestra pilosa se encontrara mojada, debería secarse y acondicionarse correctamente para su posterior análisis.

### REFERENCIAS

1. Kintz, P; Goullé J. P; Fornes, P; and Ludes B. *A New Series of Hair Analyses from Napoleon Confirms Chronic Exposure to Arsenic*. Journal of Toxicology, Vol. 26. Nov-Dic. 2002
2. Baumgartner, A. M. y col. *Radioimmunoassay of hair determining opiate-abuse histories*. Journal of Nuclear Medicine. 1979. 20.
3. Arnold, W. and Puschel, K. *Experimental studies on hair as an indicator of past or present drug use*. J. Forensic Sci Soc. 21:83, 1981.

4. Valente, D; Cassini, M; Pigliapochi, M; and Vansetti, G. *Hair as the sample in assessing morphine and cocaine addiction*. Clin. Chem. 27, 1987.
  5. Baumgartner, W. A; Black, C. T; Jones, P F; and Blahd, W. H. *Radioimmunoassay of Cocaine in hair. Concise Communication*. J. Nucl. Med. 23. 1982.
  6. Smith, F. P and Liu, R. H. *Detection of cocaine metabolite in perspiration stain, menstrual bloodstain, and hair*. J. Forensic Sci 3. 1986.
  7. Michalodimitrakis, M. *Detection of cocaine in rats from analysis of hair*. Med. Sci. Law 27. 1987.
  8. Balabanova, S. and Homoki, J. *Determination of cocaine in human hair by gas chromatography/mass spectrometry*. Z. Rechtsmed 98. 1987.
  9. Harkey, M. R. *Anatomy and physiology of hair*. Forensic Science International. 1993. 63.
  10. Cone, E. J. y R. E. Joseph. *The potential for bias in hair testing for drugs of abuse, in Drug testing in hair*. P. Kintz. Editor. 1996.
  11. Kintz, P; Ludes, B. and Mangin, P. *Detection of drugs in human hair using Abbot Adx with confirmation by gas chromatography/mass spectrometry(GC/MS)*. J. Forensic Sci 37. 1992.
  12. Henderson, G. L; Harkey, M. R.; Jones, R. T. Zhou, C. Jones R. T. and Peyton J. *Incorporation of Isotopically Labeled Cocaine and Metabolites into Human Hair: Dose-Response Relationships*. *Journal of Analytical Toxicology*. Vol. 20. 1996.
  13. Henderson, G. L. *Mechanisms of drug incorporation into hair*. Forensic Science International. 63. 1993.
  14. Henderson, G. L; Harkey, M. R.; Jones, R. T. and Zhou, C. *Effect of external contamination on the analysis of hair for cocaine*. Paper presented at the Joint Meeting of Forensic Toxicologists and the Canadian Society of Forensic Scientists, Montreal, Quebec, Canada, September 23-27. 1991.
  15. Cone E. J; Yousefnejad, D; Darwin, D. W; Maguire, T. *Testing Human Hair for Drugs of Abuse.II. Identification of Unique Cocaine Metabolites in Hair of Drug Abusers and Evaluation of Decontamination Procedures*. Reprints of selected articles from J. of Analytical Toxicology. Edit. Preston Publications. 1994.
  16. Bailey, David N. *Studies of Cocaethylene Formation by Human Tissues in Vitro*. . Reprints of selected articles from J. of Analytical Toxicology. Edit. Preston Publications. 1994.
  17. Goldberger, B. A. Caplan, Y. H. Maguire, T. and Cone, E. J. *Testing human hair for drugs of abuse. III. Identification of heroin and 6-acetylmorphine as indicators of heroin use*. J. Anal. Toxicol. 15 1991.
  18. Karine, M.; Clauwaert, J. F; Van Bocxlaer; W. E. Lambert; A. P. De Leenheer. *Segmental analysis for cocaine and metabolites by HPLC in hair of suspected drug overdose cases*. F. Sci. International 110. 2000.
-