

DROGAS EN PELO: SUS ALCANCES Y LIMITACIONES II

Experiencia en el laboratorio de toxicología y química legal en el análisis de pelo

En el año 1989 en relación al caso de Maria Soledad Morales, fueron enviadas a nuestro laboratorio distintos tipos de muestras para ser analizadas. Es entonces que el Dr. García Fernández, Perito Químico del laboratorio, decide ampliar la búsqueda de drogas de abuso como la cocaína, sobre una matriz no difundida en aquella época como era el pelo. Esta decisión fue muy importante ya que existían numerosos trabajos científicos que reportaban hallazgos de opiáceos en ésta matriz pero eran muy incipientes los estudios que reportaban hallazgos de cocaína y/o sus metabolitos.

En dicho caso se estudió pelo de cabellera y pelo púbico, habiéndose encontrado cocaína en el mismo. En adelante, fue incrementando el interés que ofrecía el pelo como matriz alternativa lo que permitió aumentar nuestra experiencia en el tema así como realizar distintas investigaciones con distintos tipos de pelo, distintas franjas etáreas y de distintas procedencias.

Estos trabajos de investigación nos permitieron desarrollar una técnica analítica simple, económica, sensible, reproducible, específica y repetible para la extracción de drogas y/o sus metabolitos en pelo así como de sustancias que frecuentemente

acompañan a las drogas de abuso, llamadas adulterantes o sustancias de corte. Fue elaborado el trabajo de investigación que se detalla a continuación y que oportunamente fuera presentado en el XI Congreso Argentino de Toxicología y las XIX Jornadas Interdisciplinarias de Toxicología, ciudad de La Plata, 1999.

ESTUDIO ANALÍTICO Y ESPECTRODENSITOMÉTRICO DE DROGAS EN PELO

Autores: A. M. Perkins de Piacentino; O. A. Locani; C. Patiño; J. L. Lorenzo; J. C. García Fernández y M. Cappa

En la presente comunicación, los autores han procedido al estudio de la Cocaína y sus derivados metabólicos, la Nicotina y la Lidocaína, ésta última como un derivado frecuente de la Cocaína.

En la aplicación de un sistema simple para la extracción del analito, y la incorporación de la ESPECTRODENSITOMETRÍA, una técnica de elección y no lo suficientemente difundida, se basa la importancia de la presente comunicación a criterio de los autores.

Preparación de las Muestras

A) Aproximadamente 100 mg de material capilar se somete a suce-

*A. M. Perkins de Piacentino
O. A. Locani
J. L. Lorenzo*

**La primera parte de este artículo fue publicada en los Cuadernos de Medicina Forense Año 3 N° 1.*

sivos lavados con ácido Clorhídrico 10%, hasta reacción negativa para alcaloides, confirmada por medio de HPTLC.

B) El material lavado se corta en fragmentos pequeños (3 a 4 mm) y se le añade el doble de su cantidad de lana de vidrio lavada con ácido Clorhídrico 10%, todo ello dentro de un mortero de porcelana.

Se tritura con la mano del mortero, incorporando porciones de 1 a 2 ml. de ácido Clorhídrico 10%. Se trabaja hasta observar una destrucción total de la estructura pilosa.

C) Se completa el volumen con ácido Clorhídrico 10%, a 18 ml. se filtra con papel Whatman N° 1 y se lleva a pH 10 con Hidróxido de Amonio conc.

Extracción de las Drogas

Las soluciones obtenidas se incorporan a columnas de Extrelut de 20 ml. Se deja interactuar 15 minutos y luego se eluye con 40 ml. de Cloroformo p.a. El eluido se evapora a temperatura ambiente o bajo corriente de nitrógeno.

Estudio Cromatográfico

Los extractos obtenidos antes mencionados son reconstituidos con 0.2 ml. de alcohol etílico.

Se efectúa el depósito de las muestras sobre placas de HPTLC Silica 60 F 254 Merck, sobre una plancha calefactora a 30° C y de las soluciones patrón.

Se efectúa el desarrollo cromatográfico en cámara horizontal o vertical, con una altura de frente máxima de 50 mm. desde el borde de la placa para optimizar la concentración del analito a detectar. Las placas se siembran por duplicado, efectuándose los desarrollos cromatográficos en Metanol-Amoníaco (100:1.5) y Benceno-Ciclohexano-Dietilamina (15-75-10) en forma independiente. Se secan con corriente de aire, se observan bajo luz UV y se revelan mediante aspersión secuencial con ácido Clorhídrico 10%, Reactivo Iodoplatínico y Reactivo de Dragendorff yodado. Utilizando testigos de cocaína, Benzoilecgonina, Metilecgonina, Ecgonina, Nicotina y Lidocaína, las máculas se identifican con los siguientes valores de Rf y color:

<i>Droga</i>	<i>Rf Metanol- Amoníaco</i>	<i>Rf Benceno- Ciclohexano- Dietilamina</i>	<i>Luz UV</i>	<i>Acido Clorhídrico 10%</i>	<i>Reactivo Iodiplatinico</i>	<i>Reactivo de Dragendorff yodado</i>
Cocaína	0.75	0.74	Absorbe	—	Marrón	Naranja
Benzoilecgonina	0.32	0.00	Absorbe	—	Azulino	Naranja
Metilecgonina	0.60	0.60	Absorbe	—	Azulino	Naranja
Ecgonina	0.34	0.04	Absorbe	—	Azulino	Naranja
Nicotina	0.69	0.66	Absorbe	—	Azulino	Naranja
Lidocaína	0.84	0.62	Absorbe	—	Azulino amarronado	Naranja

Los testigos de las drogas procedieron de la División Estupefacientes de las Naciones Unidas.

Estudio Espectrodensitométrico

La incorporación a nuestro laboratorio de un espectrodensitómetro CAMAG SCANNER III, con programa Cats 4 y un sembrador Limonat 3, nos indujo a ampliar los resultados obtenidos incorporando al estudio cuantitativo de las muestras los espectros densitométricos de las drogas halladas con el referido instrumental.

Los resultados obtenidos demuestran la importancia de ésta técnica analítica por su practicidad, especificidad, bajo costo y a criterio de los autores del presente trabajo, no se halla lo suficientemente difundida dentro del campo de los cromatografistas.

Estudios Efectuados

Se procesaron 50 muestras de cabellos de diferentes procedencias.

A- Correspondientes a personal de éste laboratorio y de la Policía Federal que participaron en la quema de 400 kg de cocaína, (Operación denominada Navidad Blanca), 8 muestras.

B- Correspondientes a pacientes en tratamiento por drogadependencia en el Centro "Pueblo de la Paz", de la localidad de Lomas de Zamora, Provincia de Buenos Aires, 8 muestras.

C- Procedentes de la sala de obducciones de la Morgue Judicial, Cuerpo Médico Forense de la Nación, 6 muestras.

D- Correspondientes a sujetos que no tienen ni han tenido contacto alguno con drogas de abuso, 25 muestras.

E- Correspondientes a personal de éste laboratorio y de la Policía Federal, que no participó en la quema de cocaína mencionada en A, 3 muestras.

Las muestras estaban constituidas por diferentes tipos de cabellos: lacios, crespos; diferentes colores: naturales y teñidos; de una amplia franja etárea: niños, jóvenes y gerontes y pelos de pubis

RESULTADOS

Cocaína: 20 casos positivos, pertenecientes: 6 del grupo A y todos los del grupo B y C.

Benzoilecgonina: 5 casos positivos, pertenecientes: 2 del grupo B y 3 del grupo C.

Metilecgonina: 4 positivos, pertenecientes: 3 del grupo B y 1 del grupo C.

Ecgonina: todos negativos.

Nicotina: 19 positivos, pertenecientes: 3 del grupo A, 6 del grupo B, 2 del grupo C, 6 del grupo D y 2 del grupo E.

Lidocaína: 5 positivas, pertenecientes: todas al grupo B.

CONCLUSIONES

El estudio sistemático de un elevado número de muestras nos ha permitido certificar la presencia de Cocaína, Lidocaína y Nicotina en muestras de cabello, lo que sumado a otros trabajos sobre diversas drogas como heroína, morfina, etc. adjudican al pelo una importancia relevante para la detección de tóxicos.

El método de extracción simple y económico pone éste recurso analítico a disposición de cualquier laboratorio medianamente equipado, al igual que el empleo de cromatografía planar para su identificación.

La ratificación por GC/MS de los resultados obtenidos y la incorporación de la espectrodensitometría como metodología analítica de elección dada su especificidad, versatilidad y confiabilidad, como así también su practicidad y bajo costo operativo, constituyen a criterio de los autores el aporte fundamental del presente trabajo.

Otro hallazgo realizado en el laboratorio fue el de Carbamazepina en pelo, que nos permitió presentar en el XI Congreso de Toxicología y las XIX Jornadas Interdisciplinarias de Toxicología, (La Plata. 1999), el Case Report que se expone a continuación:

INVESTIGACIÓN DE CARBAMAZEPINA EN PELO

*Autores: A. M. Perkins de Piacentino, J. L. Lorenzo y colab.**

OBJETIVOS

Presentar un Case Report sobre el hallazgo de Carbamazepina en pelo.

ANTECEDENTES

Occiso de 17 años, sexo masculino, con antecedentes de drogadicción a la cocaína, cannabis y alcohol, según consta en su historia clínica, a partir de los 12 años; encontrándose internado desde hacía 6 meses en una comunidad

terapéutica, realizando un tratamiento para su rehabilitación. Durante su recuperación sufrió intentos de suicidio y diferentes crisis, así como también intentos de fuga. El paciente había sido tratado durante todo el período de su internación con la especialidad medicinal Tegretol 200 mg.

Carátula de la causa: "Muerte dudosa".

TÉCNICA

La metodología de preparación de la muestra, extracción, identificación y confirmación se detalla en el trabajo titulado "Estudio Analítico y Espectrodensitométrico de Drogas en Pelo".

RESULTADO

Se comprobó la presencia de Carbamazepina y de Cocaína en el pelo analizado.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que para el presente caso se contaba con sangre, pool de vísceras y pelo, se procedió a la investigación de analitos en las mismas.

En las muestras de sangre y pool de vísceras se comprobó la presencia de Carbamazepina (CBZ), Clorpromazina, Diazepam y los metabolitos Nordiazepam y n-Acetil Metamizol, fármacos que se correspondían con los indicados en la historia clínica del sujeto.

Además se procedió a realizar el estudio sobre la muestra de pelo por la técnica anteriormente mencionada para detectar la posible presencia de los mismos y de co-

caína, sustancia que no había sido hallada en los estudios realizados en los otros tipos de muestras biológicas, detectándose en pelo Carbamazepina y Cocaína.

Si bien no se encontraron referencias en la bibliografía consultada, que citaran estudios de Carbamazepina en pelo, contábamos con información y experiencia en la investigación de estupefacientes especialmente de cocaína, sus metabolitos y de otros fármacos como Lidocaína así como de Nicotina.

Los resultados analíticos obtenidos confirman la utilidad del pelo, dadas sus características como matriz alternativa en la búsqueda de drogas y/o sus metabolitos, ya que nos permite la detección de las mismas en una muy amplia franja de tiempo si la comparamos con otras muestras biológicas de las habitualmente utilizadas, como ser sangre y orina, que lo permiten en unas horas o pocos días.

Éstos resultados confirman una vez más, que la investigación en pelo de drogas de abuso así como de fármacos utilizados en tratamientos de rehabilitación, resulta de suma importancia para la obtención de datos pre-mortem que permitan no solo formular hipótesis sobre las causas que condujeron a la muerte, sino también aportar más elementos para establecer si el hallazgo de las drogas de abuso se deben a una exposición pasiva o a casos de adicción.

Ante la carátula de la causa del presente caso como “muerte dudosa”, los hallazgos obtenidos pueden ser de relevante utilidad para el magistrado y/o los profesionales intervinientes, aportándoles mayor cantidad de datos que les permitan arribar a la verdad real.

CONCLUSIONES BASADAS EN LA EXPERIENCIA SOBRE EL ANÁLISIS DE PELO DEL LABORATORIO DE TOXICOLOGÍA Y QUÍMICA LEGAL

Desde el año 1989 el laboratorio de Toxicología y Química Legal de la Morgue Judicial ha ido incrementando paulatinamente su experiencia en el análisis de la presencia de distintos tipos de productos químicos en pelo, hasta convertirse en un procedimiento de rutina dentro de la actividad del laboratorio.

Si bien el pelo consiste en una muestra que posee excelentes características para documentar la exposición crónica a una droga, no es de menor importancia conocer las limitaciones que posee si pretendemos, como es nuestra obligación, arribar a una conclusión que posea rigor científico.

Aunque hoy en día es muy abundante la producción científica sobre este tema y muy diversos los ensayos que se proponen, nuestra actividad exige prudencia ante hallazgos que en un primer momento pueden parecer muy prometedores pero que deben ser sometidos permanentemente a una rigurosa evaluación científica.

Es en éste aspecto donde la pericia y experiencia de los profesionales responsables de emitir el informe analítico pericial y las conclusiones que acompañan al mismo, adquiere una especial relevancia, fundamentalmente porque éste será indispensable para los magistrados intervinientes en la causa judicial y/o para los diversos profesionales que colaboren en la misma.

Por lo expuesto es necesario ana-

lizar diversos aspectos en el análisis de pelo. Ha quedado establecida la utilidad del pelo como matriz alternativa de elección para documentar la exposición crónica a una droga a través del tiempo, debido a su amplia ventana de detección de tóxicos que va de meses a años y que dependerá del largo del pelo analizado, frente a la corta ventana de detección de drogas que ofrecen las muestras tradicionales de orina y sangre. Además es una muestra fácil de obtener al ser una práctica no invasiva.

Las drogas fijadas en el pelo y/o sus metabolitos se mantienen estables durante el almacenamiento, lo cual es muy importante cuando por diferentes causas deben repetirse los análisis, ya que permite confirmar los hallazgos obtenidos en un primer estudio.

Aún cuando las numerosas técnicas extractivas publicadas hasta la fecha son aceptadas y se consideran válidas, estas son costosas y con cierto grado de dificultad en su realización; por ello en el laboratorio hemos desarrollado una técnica analítica en medio ácido, que los autores consideramos de relativamente fácil realización por parte de profesionales entrenados, específica, reproducible, sensible, repetible, y de bajo costo, permitiendo obtener extractos de excelente calidad cromatográfica.

Según publican Cone y col. en 1991, la extracción de drogas en pelo con ácido mineral Clorhídrico ó Sulfúrico, es un método de extracción de Cocaína y sus metabolitos muy eficiente ya que solamente una pequeña cantidad de Cocaína es convertida a Benzoilecgonina.

Una posible y fácil forma de conta-

minación de la muestra pilosa, la constituye la toma de la muestra y la pesada del material, por lo cual se debe tener cuidado en que las balanzas analíticas estén perfectamente limpias y que todos los pasos hasta la obtención de los extractos sean realizados en un ambiente libre de posible contaminación con drogas.

La investigación de los analitos en los extractos obtenidos debe primero realizarse con una investigación de screening mediante técnicas adecuadas. Los autores recomendamos la técnica cromatográfica de HPTLC, analizando las muestras simultáneamente con testigos indubitables, por su nivel de confiabilidad y capacidad para detectar en éste primer estudio no sólo la presencia o ausencia del analito buscado, sino el hallazgo de sustancias que pudiesen estar presentes en la matriz y de cuya existencia no se sospecha.

Como técnicas confirmatorias proponemos además del estudio por GC/MS un estudio Espectrodensitométrico, que es una metodología no muy difundida por los cromatografistas pese a que es sumamente confiable en sus resultados tanto cualitativos como cuantitativos, requiriendo un revelado no destructivo de las cromatoplasmas que por lo tanto pueden ser guardadas para posteriores lecturas y/o comparaciones con nuevos estudios a realizarse sobre la misma muestra.

Con respecto a la pérdida de analitos que se produce al aplicar los distintos métodos de descontaminación, que según los estudios realizados se ubican en un rango entre 0-20 % dependiendo de la técnica aplicada, hemos podido comprobar que con la técnica desarro-

llada en nuestro laboratorio no se produce pérdida de los mismos o esta es despreciable.

En cuanto a la utilidad que brinda la cuantificación de los analitos hallados se discute y halla en debate. Los valores en que se encuentran son muy pequeños y no aportan eficaz información, dado que son innumerables los factores y variables que deben ser tenidos en cuenta, como ser: tipo de droga, características intrínsecas y extrínsecas del pelo, velocidad de crecimiento, características del individuo, etc. que influyen en la fijación y concentración del tóxico en la matriz pilosa. (12). A partir de éstas consideraciones, resulta temerario intentar cálculos retrospectivos para establecer la cantidad de droga incorporada al organismo, interpretando un resultado cuantitativo del analito hallado.

La técnica de pelo segmentado (12-18), merece una discusión especial, ya que según se ha publicado en numerosos trabajos científicos, esta permite realizar un estudio retrospectivo en el tiempo acerca del consumo de una droga, permitiendo calcular, al analizar distintos segmentos de pelo, el momento en que el sujeto se administró la droga. Ésta técnica se basa en marcar la zona proximal de pelo al cuero cabelludo, cortándola en segmentos que son analizados individualmente. Generalmente la muestra se corta en fragmentos de 1 cm., considerando que cada segmento corresponde al crecimiento de un mes, ya que asume que el rango de crecimiento es de 1 cm/mes.

Si bien es una herramienta útil para distinguir una administración o exposición crónica a una droga de una intoxicación aguda por sobredosis, se ha llegado al extremo de sugerir que con dicha técnica po-

dría calcularse hasta la semana y aún el día en que se administró la droga.

La observación que hacemos, es que los estudios realizados se basan en un crecimiento promedio mensual del pelo de 1 cm, cuando en realidad el mismo se produce en un rango que oscila entre 0.7 y 1.5 cm/mes, dependiendo de numerosos factores aún en un mismo individuo. Vemos entonces como los valores reales de crecimiento del pelo están comprendidos en un rango de variabilidad de aproximadamente un 100 % aún en un mismo individuo y mismo tipo de pelo.

Los estudios realizados por Henderson y col. (12) muestran que en un grupo de individuos a los que se les administró cocaína marcada (deuterada) por vía endovenosa, se obtuvieron altas diferencias interindividuales tanto en el tiempo en que la cocaína fue detectada luego de una administración única (de horas a días) así como en la cantidad de segmentos en los que aparecía fijada la droga, mientras que en algunos sujetos que habían recibido administraciones múltiples la droga se hallaba en un área restringida. Los autores creen que la variabilidad observada entre sujetos ante la administración de una misma dosis de cocaína, podría deberse a diferencias en la secreción de sudor y sebo entre ellos, ya que la cocaína que se encuentra en éstas secreciones se pondría en íntimo contacto con el folículo piloso y al mismo tiempo bañaría las hebras de pelo, permitiendo la detección de la droga al cabo de unas pocas horas de su administración y que la misma se distribuya en más de un segmento.

Por lo expuesto creemos que se debe ser muy cauteloso al sacar

conclusiones basadas en ésta técnica. Con lo cual sugerimos que si se desea realizar un estudio retrospectivo en el tiempo, analizar separadamente las zonas proximal, media y distal al cuero cabelludo, para así saber si la exposición ha sido en un período de tiempo cercano al de la toma de la muestra o alejado de él, pero reiteramos sin inferir tiempos exactos.

La administración pasiva o involuntaria de la cocaína quedó demostrada en nuestro trabajo de investigación que ya ha sido detallado, lo cual plantea ante resultados positivos de drogas en pelo, una dificultad en cuanto a la interpretación de los mismos.

Sin embargo éste problema no quedaría totalmente aclarado pese a las recomendaciones del Comité de Expertos de Naciones Unidas y de la Hair Testing Society, pues son demasiadas las dudas que aún existen en cuanto a la etiología de los metabolitos, la adecuada interpretación de la relación metabolito-droga, así como comparación de análisis de pelo de otras regiones del cuerpo ya que si hay una administración pasiva de la droga ésta se absorberá, se distribuirá y por lo tanto se fijará en la matriz pilosa.

En los análisis a realizar, es importante incluir la búsqueda de analitos que correspondan a sustancias no ilegales, como ser adulterantes o sustancias de corte frecuentes en la Cocaína (o Heroína) que se comercializan en las calles como es la Lidocaína, así como también investigar drogas de las utilizadas frecuentemente en el tratamiento de rehabilitación y/o soporte del adicto, por ejemplo Carbamazepina: ya que un resultado positivo de ellas **junto al hallazgo de drogas de abuso**, aportaría información de

valor a ser evaluada por los profesionales intervinientes.

Es una realidad el hecho de que continúan las discusiones y que son sometidos a revisión los numerosos estudios publicados que tratan distintos aspectos de ésta matriz alternativa, que constituye un excelente medio de estudio que complementa los hallazgos obtenidos en las tradicionales muestras de sangre y orina y a veces constituye la única muestra biológica que es posible peritar.

Resulta sumamente importante destacar que este tipo de determinaciones poseen las limitaciones de todo trabajo científico y que constituye un estudio analítico pericial más para ilustrar a los Señores Magistrados y/o los profesionales intervinientes sobre los elementos a evaluar en el proceso judicial.

Determinar los tiempos de ingesta, dado el gran número de factores que influyen en la fijación de tóxicos en la matriz del pelo una vez producida la absorción de los mismos, y la posibilidad de que el pelo analizado corresponda a un adicto o a una administración pasiva; ya que no es necesario que un individuo administre en forma voluntaria la droga sino que el sólo hecho de estar en un ambiente donde la misma está presente en determinadas concentraciones, puede por contaminación superficial de distintas partes del cuerpo y/o inhalación involuntaria hacer que la misma quede fijada en el pelo, previa absorción del tóxico, dando un resultado positivo ante un análisis pericial del mismo.

Debemos insistir en lo cuidadosos que debemos ser en la interpretación de los hallazgos analíticos de drogas en pelo. El mero hecho de

encontrar Cocaína y/o Marihuana u otra droga de abuso, no nos permite asegurar que el individuo consumió en forma voluntaria la droga, por lo tanto ante el hallazgo de drogas de abuso en el pelo analizado, **solamente podemos afirmar que el individuo en algún momento estuvo expuesto a la/s drogas.** Por ello, todo esto deberá ser evaluado en cada caso, teniendo en cuenta los antecedentes del individuo y las circunstancias particulares de cada causa judicial.

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 potencial 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 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 Boclaer; 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.
-