

IDENTIFICACIÓN MÉDICO LEGAL POR ADN MEDICOLEGAL IDENTIFICATION BY DNA

Christian Ortega-Loubon*, José Barrera*, José Concepción*

**Estudiante de XII Semestre de la Carrera de Doctor en Medicina.
Facultad de Medicina. Universidad de Panamá.*

Asesor: Dra. Vera Varela Petrucelli

Coordinadora de la Sección de Clínica Médico Legal. Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses.

Correspondencia: Christian Ortega

christlord26@gmail.com

Recibido: 9 de enero de 2009

Aceptado: 16 de agosto de 2009

RESUMEN

La Medicina Forense es una especialidad médica que adapta los conocimientos de medicina a la investigación de delitos, hace uso forense o legal de diversas disciplinas científicas para dar respuesta a múltiples interrogantes que las autoridades requieren en cada investigación.

Pese a estar todos los días en los medios de comunicación, en general, es una gran desconocida, incluso para los propios profesionales de la Medicina y, lo que es peor, para quienes a diario se apoyan en ella.

En la siguiente revisión, expondremos como la Medicina Forense ha sido una de las muchas disciplinas científicas en las que el avance de la Biología Molecular ha tenido un impacto profundo, sobre todo en la identificación médico-legal de individuos o fragmentos corporales. Además presentaremos los aspectos legales que norman esta práctica en Panamá.

Palabras Clave. Medicina Forense, Genética Forense, Ácido Desoxirribonucleico, Reacción en Cadena de la Polimerasa, Panamá.

ABSTRACT

Forensic Medicine is a medical specialty that adapts the medicine knowledge to the crime investigation. It uses the forensic or legal approach of several scientific disciplines to give answer to multiple questions that authorities require in each investigation.

Despite the fact of been very popular in the means of communication, is most of the time very unknown, even to the health's professionals and, what is worst, to those people who every day takes support from it.

In this review, we will explain how the Forensic Medicine has been one of the several scientific disciplines, in which the molecular biology advances have had a great impact, mainly in the medicine-legal individual's and body fragments' identification. Furthermore, we will present the legal aspects that regulate its practice in Panama.

Key Words. *Forensic Medicine, Forensic Genetics, Deoxyribonucleic Acid, Polymerase Chain Reaction, Panama.*

INTRODUCCIÓN

Medicina y Derecho parecen disciplinas un tanto divergentes, pero entre ellas existe un puente: la Medicina Forense. Juristas y diputados necesitan conocimientos médicos y los profesionales de la salud necesitan conocimientos legales. Esta última necesidad se expresa en dos niveles:

1. Deontológico: todas las profesiones de la salud requieren conocimientos sobre las leyes y elementos éticos que rigen la actividad profesional.
2. Pericial y forense: médicos, odontólogos y otras profesiones del área, deben poseer una sólida formación médico legal, que les permita desempeñarse adecuadamente en materias médico legales o como peritos.(1)

Es difícil definir y concretar el contenido de la Medicina Forense si pretendemos reflejar de un modo completo su complejidad y dinamismo (Ver Figura 1). La Medicina Forense sería una especialidad médica y una disciplina universitaria que enseña y sistematiza los conocimientos médicos precisos para resolver los problemas biológicos que plantea el Derecho, los problemas jurídicos y deontológicos de la medicina, la prevención, diagnóstico y tratamiento de las intoxicaciones clínicas, laborales y ambientales, además colabora con el Derecho para la redacción de nuevas leyes.(2)

La Medicina Forense actual utiliza a su favor las técnicas y procedimientos científicos más depurados en la resolución de los problemas que se le plantean, técnicas y métodos que ha incorporado de campos afines como la identificación médico legal usando ácido desoxirribonucleico (ADN). (3)

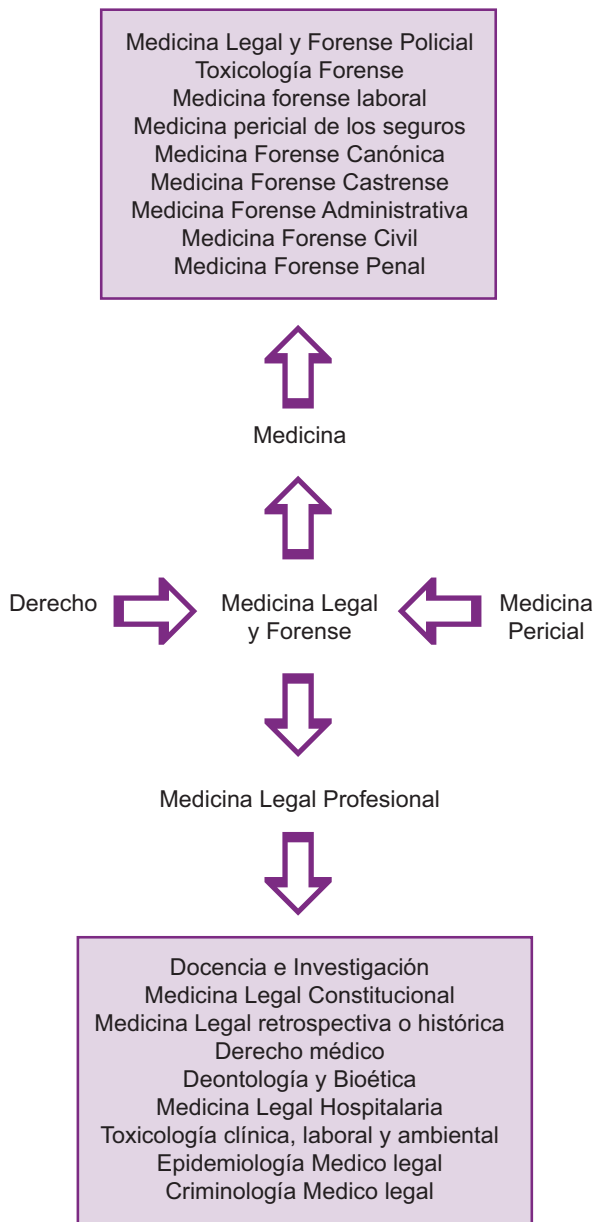


Figura 1. Esquema del Campo Doctrinal de la Medicina Legal y Forense.

Fuente: José Delfín Villalaín Blanco. Reflexiones sobre la especialidad de Medicina Legal y forense. Revista de la Escuela de Medicina Legal. Enero 2006. p. 12-34. Disponible en: <http://www.ucm.es/info/medlegal/revista/pdf/1-2006.pdf> (2)

GENERALIDADES

El ADN fue aislado por primera vez de las células del pus y del espermatozoide de salmón. En investigaciones iniciadas en 1869, el suizo Friedrich Miescher estudió intensamente el ADN, llamándolo nucleína debido a su participación

en el núcleo celular. Se necesitaron casi 70 años de investigación para poder identificar por completo los pilares principales y la estructura del esqueleto de los ácidos nucleicos. Éstos son macromoléculas de suma importancia biológica; todos los organismos vivos contienen ácidos nucleicos en forma de ADN o ácido ribonucleico (ARN), como algunos virus. (4-6)

El ADN es el compuesto más importante del ser vivo, ya que constituye el depósito fundamental de información genética pues es la sustancia bioquímica encargada de transmitir las características genéticas y de regular la vida de las diferentes especies.(7)

A excepción de los gemelos idénticos, el material genético de cada individuo es único. Se ha estimado que dos genomas humanos al azar, difieren aproximadamente en uno de cada 500 nucleótidos. Si el genoma humano contiene 3×10^9 bases nitrogenadas, existen entonces, 6×10^6 bases nitrogenadas diferentes en dos personas. Esta variabilidad interindividual puede ser estudiada a nivel genotípico mediante el análisis directo del ADN.(8)

Bases moleculares del estudio del ADN en Medicina Forense

El ADN está compuesto por cuatro nucleótidos: adenina, timina, citosina y guanina, donde según la regla de Chargaff, debe existir una proporción entre la igualdad de timinas y adeninas y entre citosinas y guaninas.(9-13)

Su estructura fue descubierta por James Watson y Francis Crick en 1953. Es un polinucleótido constituido por dos cadenas antiparalelas de unidades de desoxirribonucleótidos unidos covalentemente, dispuestos de una forma complementaria y adoptando una estructura enrollada de doble hélice dextrógira (9,14-17) (Ver Figura 2).

Con el trabajo de Wyman y White en 1980, se dio el primer paso en la identificación genética por medio del ADN al descubrir un locus polimórfico caracterizado por un número de fragmentos de restricción de longitud variable, aunque el verdadero uso en la Medicina Forense se inicia por el profesor Alec Jeffreys en 1985.(4,18)

Se piensa que sólo existen cerca de 10^5 genes en el ser humano, y que sólo 10 % del ADN codifica para proteínas. La función del 90 % restante del genoma humano aún no está definida.(19)

Basándonos en la función del ADN, podemos dividirlo en dos grandes grupos: ADN codificante, y ADN no codificante (17,20) (Ver Tabla 1).

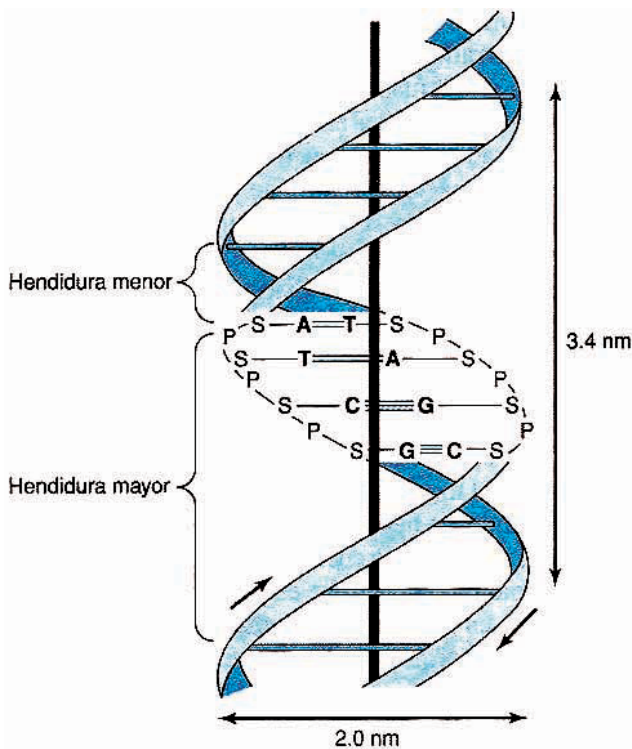


Figura 2. Representación diagramática del modelo de Watson y Crick de la estructura de la doble hélice. La flecha horizontal indica el ancho de la doble hélice (2.0 nm), y la flecha vertical la distancia recorrida por un giro completo de la doble hélice (3.4 nm). Un giro completo incluye 10 pb. La barra vertical indica el eje central. Las flechas designan la polaridad de las cadenas antiparalelas.

Fuente: Murray R, Mayes P. Bioquímica de Harper. 15 ta ed. México DF: Editorial El Manual Moderno; 2001. p. 463. (19)

Tabla 1. Tipos de ADN	
ADN codificante	Es aquel que conforma los genes y hace referencia al código genético capaz de transformarse o expresarse en aminoácidos y proteínas
ADN no codificante	No guarda información genética y juega un importante papel en la estructura y en la función de los cromosomas y, sobre todo, actuando como puntos calientes de recombinación.

Fuente: Rodríguez R, Borges López J. La huella genética en Medicina Legal. ADN con fines forenses. Medicina Forense y Legal. 2007. (17)

El ADN no codificante se puede dividir a su vez en:

- ADN Repetitivo en Tándem, que es el 10 % del genoma. Las secuencias de éstos se repiten por el genoma de dos maneras:
 - Tipo I: grandes bloques formados por repeticiones de distintas unidades de longitud variable. Corresponden a los satélites clásicos I a IV y al satélite afloide.
 - Tipo II: pequeños bloques distribuidos a lo largo de todo el genoma, con un número variable de unidades de repetición secuencial. Pertenecen a este grupo minisatélites y microsatélites.
- ADN Satélite: las secuencias repetitivas se reproducen en grandes bloques de diversas unidades de complejidad variable, con una longitud de 100 Kb (kilo bases) a varios Mb (mega bases). Este tipo de ADN no se transcribe y al organizarse de un modo tan complejo es difícil su aplicación en la Medicina Forense.
- ADN Minisatélite: los bloques tienen una longitud de 0,1 a 40 Kb.
- ADN Microsatélite: tienen un tamaño muy pequeño de hasta 400 pares de bases (pb), por lo que son idóneos para la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR, por sus siglas en inglés). También se conocen como *Short Tandem Repeat* (STR), ya que la repetición oscila entre 4 a 7 pb. Se encuentran en todo el genoma.
- En el genoma humano los satélites no se distribuyen al azar. Se localizan en las regiones subterminales de los cromosomas que son los implicados en los fenómenos de replicación, sobre todo en la línea germinal masculina.

- ADN Repetitivo Disperso, que constituye del 15 al 20 % del genoma.(4)

Las características generales del ADN no codificante lo hacen especialmente útil para su aplicación en la identificación en Medicina Forense. El ADN no codificante presenta una gran variabilidad de un individuo a otro, ya que estas secuencias no son conservadoras, pues sus cambios no afectan a la fisiología del individuo.

Polimorfismo de ADN

Un polimorfismo genético se define, en general, como un carácter mendeliano, monogénico, que se presenta al menos bajo dos formas alternativas en una población, y aunque su origen pueda ser la mutación, su mantenimiento no puede depender de la recurrencia de la mutación. Si existen modificaciones en un gen, a nivel de un locus específico en una población, este locus es polimórfico. La mayoría de los autores establecen un límite cuantitativo a la definición de polimorfismo, asumiendo que para que un locus sea polimórfico, el alelo más común para ese locus debe tener una frecuencia menor del 99%.

Existen numerosos ejemplos de polimorfismos en el genoma humano. A nivel del ADN, los polimorfismos pueden ser de diversos tipos, desde la mutación de una sola base, hasta el cambio en el número de unidades repetidas en tándem en ciertas regiones del ADN, pudiéndose distinguir dos grupos bien diferenciados:

1. Polimorfismos de longitud: producidos por inserciones o deleciones de uno o más nucleótidos. Este tipo de polimorfismo es el que se observa más frecuentemente en el ADN repetitivo nuclear, tanto en secuencias de ADN minisatélite como microsatélite. El polimorfismo se debe a variaciones en el número de copias de la unidad repetitiva en cada uno de los alelos, lo que se traduce en un gran número de tamaños posibles para un mismo locus.
2. Polimorfismos de secuencia: producidos por el cambio de uno (mutación puntual) o más nucleótidos en una secuencia de ADN. Los polimorfismos de sustitución simple son los que caracterizan fundamentalmente al ADN mitocondrial (ADNmt).

Las técnicas para la determinación de la molécula de ADN son muy complejas.(21) Éstas son:

1. Hibridación con Sondas

Consiste en la identificación de una región determinada mediante el uso de una sonda, que es un fragmento monocatenario de ADN complementario a una secuencia de bases conocida. Esta sonda, marcada con un producto radiactivo o quimioluminiscente, se pone en la solución con el ADN de la muestra y se visualiza después de una serie de procesos para separar los diferentes alelos que puedan existir con base en la longitud de los mismos

2. PCR

Inventada por Kary Mullis en 1987, es la técnica más extendida en la actualidad sobre todo por requerir ínfimas cantidades de ADN. Causó una verdadera revolución, ganándose el premio Nobel de Química.(22,23)

Gracias a esta técnica se puede amplificar una determinada región del ADN que está delimitada por una secuencia específica y complementaria a unas pequeñas sondas denominadas primers o cebadores que actúan como iniciadores de la reacción de polimerización (Ver Figura 3).

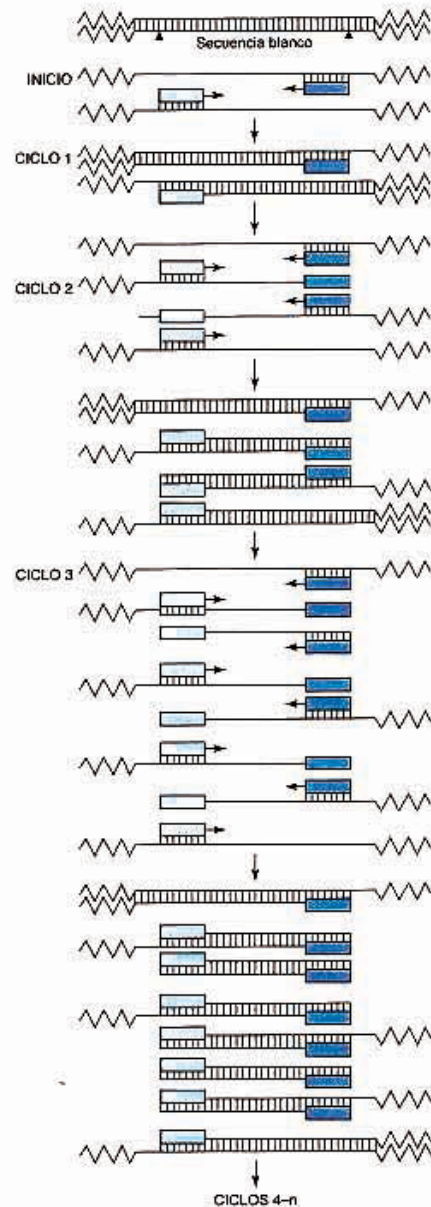


Figura 3. PCR. Los iniciadores se unen a secuencias específicas que definen el segmento que será amplificado. La Taq polimerasa extiende los iniciadores en cada dirección y sintetiza dos cadenas complementarias. Este ciclo se repite varias veces.

Fuente: Murray R, Mayes P. Bioquímica de Harper. 15 ta ed. México DF: Editorial El Manual Moderno; 2001. p. 567. (19)

Primero se calienta la muestra de ADN a 93-95 °C para separar las dos cadenas; se permite que los iniciadores se unan al ADN a 50-65 °C y cada una de las cadenas se copian mediante la enzima ADN polimerasa a 72 °C. Las dos cadenas del ADN sirven como molde para la síntesis del nuevo ADN a partir de los dos iniciadores.(4)

En las primeras reacciones de PCR se usaba una ADN polimerasa de *Escherichia coli* que se destruía en cada ciclo de desnaturalización por calor. Actualmente se lleva a cabo por la Taq ADN polimerasa. Esta enzima es obtenida a partir de la purificación de una bacteria, *Thermus aquaticus*, que sobrevive a temperaturas superiores a 95° C. Esta enzima va uniendo nucleótidos que se incluyen en la reacción de forma complementaria a cada uno de los fragmentos de las cadenas que se delimitan por los primers que son tomados como moldes.(24-26)

La repetición cíclica de este proceso permite la obtención de múltiples copias de dicha región en una cantidad suficiente para ser estudiada. Posteriormente, el ADN amplificado se puede visualizar mediante la separación de los alelos de diferentes tamaños y tinciones o estudiando las variaciones de su secuencia.

De este modo, con muy escasa cantidad de ADN en un inicio o con ADN parcialmente degradado, es posible amplificarlo y obtener una cantidad suficiente para su análisis. Por este motivo, la PCR es el método estándar utilizado en los laboratorios de Medicina Forense.

La técnica preferida actualmente para el análisis de ADN humano se basa en el examen mediante PCR de los loci de STR. La amplificación simultánea de loci STR mediante la técnica de PCR multiplex y la detección automática de los fragmentos de ADN, hacen posible un sistema de análisis rápido y sensible que permite aprovechar al máximo las muestras y tiene un alto poder de discriminación.(22)

3. Secuenciación

Consiste en revelar el orden de la secuencia de bases de una determinada región delimitada previamente por PCR. Puede hacerse de forma manual o automática.

El método manual o enzimático de Sanger, emplea dideoxirribonucleótidos específicos que terminan la síntesis de la cadena del ADN en nucleótidos específicos conforme la cadena se sintetiza en un molde purificado de ácido nucleico. La reacción se ajusta para que se obtenga una población de

fragmentos de ADN que representen la terminación en cada nucleótido. Al tener una marca radioactiva incorporada en el extremo opuesto al sitio de terminación, se puede separar los fragmentos de acuerdo al tamaño usando electroforesis.(19)

En Medicina Forense, se aplica fundamentalmente para el análisis del ADNmt por sus características especiales.(17)

El método automático se diferencia básicamente en el marcaje (en vez de usar radioactividad se utiliza fluorescencia) y su detección. Este método a su vez se divide en dos dependiendo si se marca el cebador o los terminadores con un compuesto fluorescente. Los productos de la reacción se detectan directamente durante la electroforesis al pasar por delante de un láser que al excitar los fluoróforos permite detectar la fluorescencia emitida (27,28) (Ver Figura 4 y 5)

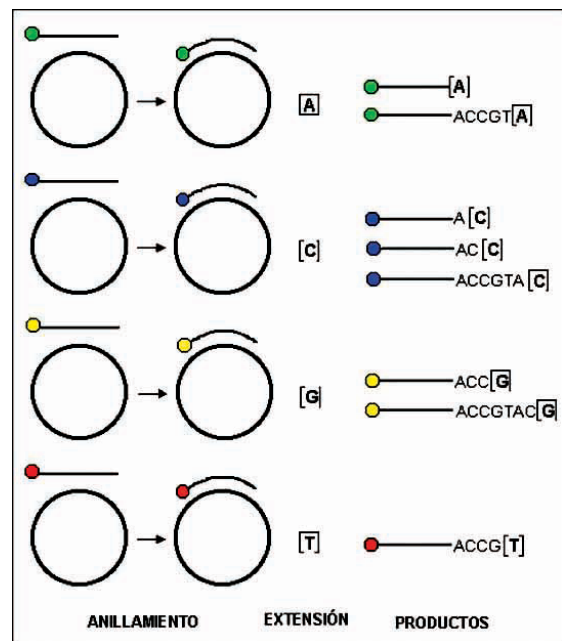


Figura 4. Secuenciación automática: empleando cebadores fluorescentes. Se realizan cuatro reacciones de secuencia distintas en cada una de las cuales se añade el oligonucleótido marcado con una sonda fluorescente distinta, junto con la polimerasa, los dideoxirribonucleótidos correspondientes. Durante la electroforesis las bandas del ADN de cadena sencilla pasan a través de un láser de argón que excita las sondas fluorescentes. La señal de emisión de fluorescencia, una vez amplificada, es detectada a través de un filtro y asignada a la base correspondiente.

Fuente: Rodríguez Tarduchy G, Santiago Martínez M. Secuenciación automática de ADN. [Monografía en internet]. Instituto de investigaciones biomédicas. [Citado el 19 de febrero de 2009]. Disponible en: <http://www.iib.uam.es/servicios/seq/otros/SecuenciaADN/primers.htm> (27)

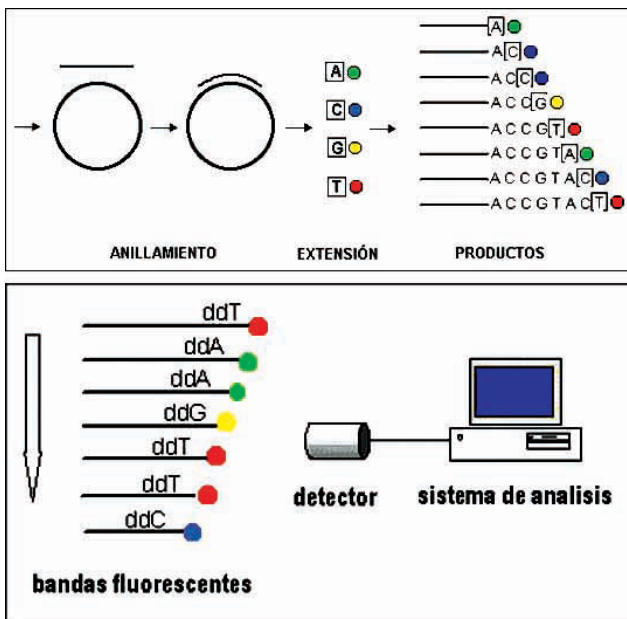


Figura 5. Secuenciación automática: utilizando terminadores fluorescentes. Esta química es más sencilla porque permite llevar a cabo la reacción en un solo tubo, en que se añaden los cuatro terminadores marcados.

Fuente: Tarduchy G, Santiago Martínez M. Secuenciación automática de ADN. [Monografía en internet]. Instituto de investigaciones biomédicas. [Citado el 19 de febrero de 2009]. Disponible en: <http://www.iib.uam.es/servicios/seq/otros/SecuenciaADN/termina.htm> (27)

Principales áreas de aplicación de la identificación genética

En la actualidad, y gracias a la mejora de las técnicas usadas en el laboratorio, es posible abordar con mayores garantías de éxito los casos de identificación genética y cada vez es menor el porcentaje de casos en el ámbito forense que se quedan sin resolver.(29)

1. Identificación genética de restos cadavéricos

Se puede recurrir a un estudio genético como única vía posible de identificación cuando ésta no se pueda establecer por métodos tradicionales.(30)

Los cadáveres de los que no haya sospechas sobre quién se trata deben ser analizados y sus perfiles genéticos almacenados en una base de datos anónima que permita su comparación con muestras de referencia de personas que tengan familiares desaparecidos. Estas bases de datos deberían ser únicas y coordinadas por algún organismo capaz de centralizar los datos.

Los casos en los que es necesario recurrir a una identificación genética, presentan una mayor o menor complejidad en función de la disponibilidad de muestras

de referencia para poder identificar los restos, del análisis comparativo y en función del tipo de caso (Ver Tabla 2).

2. Investigación biológica de la paternidad (IBP)(31)

Cuando el presunto padre ha fallecido se pueden abordar diversas estrategias:

- Desenterrar o exhumar el cadáver para extraer muestras. (32)
- Recurrir a familiares vivos del supuesto padre, para intentar deducir su patrimonio genético.
- Utilizar muestras biológicas del individuo fallecido que hayan sido obtenidas antes de su muerte.

3. Identificación de restos fetales.

Se resuelven a través de una IBP reversa.

4. Análisis de ADN de restos antiguos.

Tiene un gran interés en el campo forense. Aquí el análisis de ADN nuclear se encuentra muy restringido, ya que la posibilidad de obtención de resultados es mínima como consecuencia de la degradación del ADN (el éxito del análisis de ADN nuclear en restos antiguos depende exclusivamente de las condiciones de los mismos), por lo que se recurre al análisis de STR mediante PCR (permite trabajar con cantidades muy escasas de ADN) o del ADNmt.

El ADNmt es 95% codificante, sin embargo, entre las características básicas que hacen del ADNmt un elemento especialmente útil en la investigación forense y antropológica se citan las siguientes:

- a. En cada mitocondria hay decenas de copias de ADNmt; donde hay una copia de ADN nuclear pueden existir miles de copias de ADNmt, lo que permite que algunas de ellas persistan aún en condiciones adversas.
- b. Su pequeño tamaño, que se puede apreciar fácilmente si se comparan los 16 569 pb del ADNmt con los 6 000 millones pb del ADN nuclear, facilita su conservación en el tiempo, aunque las condiciones no sean las más apropiadas, ya que al ser más pequeño la probabilidad de ser afectado es menor.
- c. Las mitocondrias de todos los tipos celulares tienen el mismo ADNmt 10 000 billones de copias de ADNmt.
- d. En el curso del tiempo, este ADNmt será diferente en individuos de la misma especie materna por mutaciones y no por recombinaciones de ADNmt de origen paterno.(33)

Tabla 2. Variedad de situaciones en la identificación genética de un cadáver.

Según el estado de conservación de la muestra	<p>Restos cadavéricos (RC) en buen estado de conservación Las muestras más adecuadas son sangre y/o músculo</p> <p>RC con un avanzado estado de putrefacción. Las muestras más adecuadas son piezas dentales (generalmente molares) o huesos largos (fémur). .</p> <p>RC embalsamados. Son los casos que entrañan mayor dificultad en cuanto a la obtención del ADN puesto que son conservados en formol, el cual produce grandes cambios en los ácidos nucleicos.</p> <p>RC momificados. Aquí los tejidos blandos se preservan en condiciones que permiten su análisis.</p>
Según el análisis genético comparativo	<p>A través de Investigación Biológica de Paternidad (IBP) directa: como muestra de referencia utilizaremos a sus hijos biológicos</p> <p>A través de IBP reversa: la muestra de referencia son los progenitores.</p> <p>A través del ADNmt: la muestra de referencia son los parientes con la misma línea materna.</p> <p>A través de ADN de cromosoma Y: la muestra de referencia será parientes que compartan la línea paterna.</p>
Según el tipo de caso	<p>Identificación de personas desaparecidas. Aquellas que desaparecen de forma accidental, personas víctimas de hechos criminales, víctimas de hechos bélicos o políticos.</p> <p>Identificación de personas víctimas de accidentes. Accidentes de tráfico, domésticos, catástrofes.</p>

Fuente: Martín P. La identificación genética de restos cadavéricos. Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses. [Monografía en internet] Departamento de Madrid. [Citado el 4 de noviembre de 2008] Disponible en: http://www.cej.justicia.es/pdf/publicaciones/medicos_forenses/MEDI22.pdf (29)

5. Identificación de víctimas en desastres masivos
Requiere una consideración especial en la cual se debe conocer las circunstancias que han motivado la muerte.

3. Copia o amplificación de segmentos cortos de ADN.
4. Visualización de los fragmentos.
5. Análisis y comparación de los resultados obtenidos.(18)

Problemática asociada al análisis

El análisis de ADN es relativamente simple. El proceso se compone de las siguientes etapas:

1. Recolección de muestras en el lugar del presunto delito, tanto de las víctimas como de los sospechosos.
2. Extracción, purificación y cuantificación del ADN de todas las muestras.

Los mayores problemas que pueden surgir son: la degradación, las cantidades límites del ADN que se extrae, la contaminación con ADN moderno y las sustancias inhibitoras que pueden ser co-extraídas con el ADN.(18,20)

Los principales factores que causan daño molecular al ADN son: los agentes oxidantes, las radiaciones (en

especial las ultravioletas), la temperatura, la humedad, el pH, los procesos mecánicos y las enzimas, en especial las nucleasas, procedentes de las propias células, y de los microorganismos.(27)

La prueba de ADN en Panamá

En nuestro país, esta prueba se desarrolla en la Unidad de Análisis Biomolecular del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses (IMLCF) situado en la Ciudad del Saber. Este laboratorio brinda los servicios de investigación biológica de paternidad, criminalística biológica, y análisis de vestigios de interés criminal. Además cuenta con una base y banco de datos de ADN.

Esta unidad de análisis emplea los procedimientos más rigurosos para el manejo de las muestras, bajo el más estricto respeto a las normas y manuales de procedimientos estandarizados internacionalmente: lo cual permite que los resultados sean válidos y reproducibles en cualquier parte del mundo.(34)

Marco legal en Panamá

Esta prueba se regula por la Ley N° 80 del 23 de noviembre de 1 998 (publicada en la Gaceta Oficial N° 23 684), por la cual se crea una base y un banco forense de datos de ADN y se adoptan otras medidas; la Ley N° 39 del 30 de abril de 2 003 del Código de la Familia, Ley de Paternidad Responsable (publicada en la Gaceta Oficial N° 24 794), y la Ley N° 50 (publicada en la Gaceta Oficial N° 25 692), por la cual se reorganiza el IMLCF.(35)

En la Ley N° 80 del 23 de noviembre de 1 998 se contempla:

Artículo 1: se crea el banco de datos de ADN que será organizado y administrado por el IMLCF del Ministerio Público.

Artículo 2: el IMLCF se encargará de verificar o comparar las evidencias que se recaben por la comisión de delitos, elaborar los perfiles de ADN y validar las pruebas que se requieran en los procesos de filiación, así como en los demás procesos en los que sea necesaria esta prueba.

Artículo 3: de oficio o a petición de la parte, el juez podrá ordenar: los exámenes científicos necesarios para verificar las afirmaciones de las partes o la verdad material.

Cuando se trate de examen hematológico, bacteriológico o examen de identificación mediante el ADN, o de naturaleza análoga, su práctica será obligatoria respetando siempre su dignidad e integridad.

En estos casos, el juez pedirá al perito que efectúe la extracción, la examine y presente un informe sobre el método utilizado para llevar a cabo el examen, los resultados, así como una conclusión.

Artículo 5: por las implicaciones, el significado y las consecuencias que pueden derivarse de las muestras biológicas que se recaben para la finalidad de esta Ley, la solicitud y práctica de esta prueba se realizarán de acuerdo con los siguientes principios:

1. La investigación científica para determinar el ADN de las personas, en los casos señalados en esta Ley, estará siempre bajo el control del Ministerio Público o del tribunal de la causa.
2. El respeto a los derechos humanos consagrados por las declaraciones y las convenciones internacionales, marca el límite a toda actuación o aplicación de técnicas genéticas en el ser humano.
3. La intimidad personal es patrimonio exclusivo de cada persona y, por lo tanto, debe ser inmune a cualquier intromisión. El consentimiento informado es requisito indispensable para interferir en ella. Excepcionalmente y por motivos de interés general, podrá permitirse el acceso a su información, previa autorización judicial.
4. La tecnología genética aplicada a cada identificación personal, siendo susceptible de suministrar más información de la estrictamente necesaria, deberá restringirse a la exigencia indispensable de cada caso concreto.

Artículo 6: las tomas de muestras biológicas para los objetivos de esta Ley, se recabarán de acuerdo con los siguientes casos:

1. Cuando, por razón de la naturaleza del delito que se investiga, se requiera determinar el ADN de la persona en contra de la cual existan indicios, de la que haya sido sorprendida in fraganti o se haya ordenado su detención preventiva.
2. Toda persona que se encuentre cumpliendo una condena en un centro carcelario.
3. Cuando dentro de un proceso de filiación así lo requiera una de las partes o a instancia del tribunal.
4. En los casos de extradición o deportación.
5. Cualquier persona que solicite ciudadanía panameña, residencia permanente o inmigrante con permiso de trabajo.
6. Cuando no exista otro medio para la identificación de la persona.
7. Los miembros de la Fuerza Pública, de la Policía Técnica Judicial, de agencias de seguridad privada y funcionarios del IMLCF, que participen en investigaciones criminales.

8. Las personas que soliciten permiso para portar armas.
9. Cualquier otra persona de quien, según la circunstancia en que se encuentre, previa solicitud de autoridad competente, se considere necesario determinar su ADN.

Artículo 8: la persona a quien se le realizó la prueba tiene derecho a que tal información no sea divulgada o suministrada con otros fines.

Artículo 9: en los procesos penales que por su naturaleza así lo requieran, se podrá efectuar el procedimiento aún sin el consentimiento del imputado.

Artículo 10: Los resultados de la prueba de ADN serán utilizados:

1. Para el desarrollo de una base y un banco de datos forense.
2. Para apoyar la investigación relacionada con la identificación y el desarrollo de un protocolo de los métodos analíticos forenses para el análisis de ADN.
3. Para asistir en la recuperación o identificación de los restos humanos de los desastres masivos y para propósitos humanitarios forenses.
4. En procesos criminales, por orden del agente instructor o juez de la causa.
5. En procesos de filiación por orden del juez competente.
6. En los demás procesos que, por su naturaleza, así lo requieran.

Artículo 14: a quien solicite el examen de ADN, en su calidad de perito, deberá rendir un informe de forma razonada, sus conclusiones científicas sobre la muestra biológica tomada. En tal caso, el tribunal de oficio le podrá hacer cuantas preguntas consideren necesarias y pedirle las aclaraciones que sean convenientes.

Artículo 18: El Ministerio Público, a través del IMLCF, podrá brindar el servicio de laboratorio de ADN a particulares que lo soliciten. Los fondos generados se destinarán a la operación, mantenimiento, y actualización de la base de datos de ADN.

El estudio del ADN representa un enorme paso en la identificación médico-forense, tanto en la investigación criminal, como en la investigación biológica de la paternidad. Sin embargo, este potencial tecnológico no es suficiente si no se tiene un buen equipo de investigación encabezado por el Médico Forense que, por su formación y especialización, es el profesional idóneo para valorar los indicios biológicos.

REFERENCIAS

1. González LW, Inzunza JA. Docencia e Investigación en Medicina Legal: Situación Actual y desafíos para las Facultades de Medicina de Chile. *Rev Med Chile* 2005; 133: 805-12.
2. Villalain Blanco JD. Reflexiones sobre la especialidad de Medicina Legal y forense. *Revista de la Escuela de Medicina Legal*. 2006:12-34. Disponible en: <http://www.ucm.es/info/medlegal/revista/pdf/1-2006.pdf>
3. Gisbert Calabuig JA, Villanueva Cañadas E. *Medicina Legal y Toxicología*. Elsevier España; 2005:3-7.
4. La utilización de la prueba de ácido desoxirribonucleico (ADN) para la aplicación de la justicia en México. [Citado el 26 de diciembre de 2008]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos14/acidodesoxi/acidodesoxi.shtml>
5. De Robertis E. *Biología Molecular y Celular*. 15 ta ed. Buenos Aires: Editorial El Ateneo; 2002. p. 23.
6. Karp G. *Biología Celular y Molecular*. 1ra ed. Florida: McGraw-Hill Interamericana Editores; 2002. p. 66.
7. Bruckner J, Reyes S. *Métodos Científicos de Identificación de Cadáveres*. Bogotá, 2005. p. 72.
8. Pineda Bernal L. El Análisis de ADN para pruebas de paternidad e identificación forense. *Acta Científica Venezolana*. 1999;50: 24-28.
9. Estructura del ADN. Universidad Nacional del Nordeste [Citado el 25 de diciembre de 2008]. Disponible en: <http://www.ucm.es/info/genetica/grupod/Estruadn/estruadn.htm>
10. Ácidos Nucleicos. *Bioquímica*. [Citado el 25 de noviembre de 2008]. Disponible en: <http://www.utu.edu.uy/Escuelas/departamentos/canelones/vitivinicultura/Bioquimica%20Enologica/Teoricos/Adn.pdf>
11. Luque Cabrera J, Ángel Herráez M, Herráez Sánchez A. *Illustrated Text of Molecular Biology and Genetic Engineering*. España: Elsevier; 2001. p. 42.
12. Llambí S. *DNA Estructura y Función*. [Disertación] Universidad de la República Uruguay; 2008.
13. Nelson D, Cox M. *Lehninger Principles of Biochemistry. Nucleótidos y Ácido Nucleico*. 4 ta ed. Capítulo 8; 2008.
14. Watson JD, Crick FH. *Molecular Structure of Nucleic Acid. A Structure for Deoxyribonucleic Acid*. *Nature*. 1953;171:737-738.
15. Inglis JR, Sambrook J, Witkowski JA. *Inspiring science: Jim Watson and the Age of DNA*. CSHL Press, 2003. p. 85.
16. Fierro A. Breve Historia del descubrimiento de la estructura del DNA. *Revista Médica*. Abril 2001; 12 (2).
17. Rodríguez R, Borges López J. La huella genética en Medicina Legal. ADN con fines forenses. *Medicina Forense y Legal*. 2007.
18. Lorente Acosta M, Lorente Acosta J, Villanueva Cañadas E. La medicina clínica ante los indicios criminales biológicos y la identificación genética. *Med Clin (Barc)* 1994; 102: 113-115.
19. Murray R, Mayes P. *Bioquímica de Harper*. 15 ta ed. México DF: Editorial El Manual Moderno; 2001. p. 558.
20. Curiel AM. Utilidad Criminológica del ADN: Actualización. [Monografía en Internet] España: Universidad Europea Miguel de Cervantes (Valladolid) [Citado el 27 de diciembre de 2008]. Disponible en: www.panama-legal.net
21. Pachar J. *Lecciones de Medicina Legal*. 2 da ed. Panamá: Universal Books; 2004. p. 117.
22. Mullis K. The Unusual origin of the Polymerase Chain Reaction. *Scientific American* 1990. Disponible en: <http://pages.uindy.edu/~sdavis/b225/info/pcr.pdf>
23. Mullis KB, Ferré F, Gibbs RA. *The Polymerase Chain Reaction*. Brickhäuser. Springer Science & Business, 1994 p. 3
24. Murray R, Mayes P. *Bioquímica de Harper*. 15 ta ed. México DF: Editorial El Manual Moderno; 2001. p. 566.

25. Zamudio T. Regulación jurídica de la biotecnología. Ingeniería Genética. [monografía en internet] Ediciones Digitales 2005. [Citado el 4 de noviembre de 2008]. Disponible en: <http://www.biotech.bioetica.org/clase2-3.htm>
26. Zanlungo S, Rigotti A, Arrese M. Biología Molecular y Medicina: Conceptos Básicos. Rev Med Chile 1999; 127: 839-847. Disponible en: <http://escuela.med.puc.cl/Deptos/gastro/artZanlungo1.html>
27. Rodríguez Tarduchy G, Santiago Martínez M. Secuenciación automática de ADN. [Monografía en internet]. Instituto de investigaciones biomédicas. [Citado el 19 de febrero de 2009]. Disponible en: <http://www.iib.uam.es/servicios/seq/otros/SecuenciaADN/SecuenciacionADN.html>
28. Secuenciación del ADN. [Citado el 19 de febrero de 2009]. Disponible en: <http://www.fcv.unlp.edu.ar/sitios-catedras/87/material/Secuenciacion%20del%20ADN.pdf>
29. Martín P. La identificación genética de restos cadavéricos. Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses. [monografía en internet] Departamento de Madrid. [Citado el 4 de noviembre de 2008] Disponible en: http://www.cej.justicia.es/pdf/publicaciones/medicos_forenses/MEDI22.pdf
30. Inc NetLibrary. Manejo de cadáveres en situaciones de desastre. Organización Panamericana de la Salud; 2004.
31. Campbell M, Farrell SO. Bioquímica. 4 ta ed. Editores Cengage Learning, 2006.p. 387.
32. Pachar J. Lecciones de Medicina Legal. 2 da ed. Panamá: Universal Books; 2004. p. 103.
33. Bruckner J, Reyes S. Métodos Científicos de Identificación de Cadáveres. Bogotá, 2005. p. 81.
34. Ministerio público. Procuraduría General de la Nación. Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Laboratorio de ADN. Unidad de Análisis Biomolecular. Afiche.
35. Gaceta Oficial. Órgano del Estado. Ley N° 80 (Del 23 de noviembre de 1998). Por la cual se crea una base y un banco forense de datos de ácido desoxirribonucleico y se adoptan otras medidas.

Dr. Luis Manuel Cornejo Alemán

Geriatría Clínica y Preventiva

Consultas: Lunes a Viernes
3:00 a 7:00 p.m.
VISITAS A DOMICILIO

Consultorio Médico Paitilla • 4to piso Sur • Teléfono: 263-7977 ext. 2433