

CURSO BÁSICO DE
ANTROPOLOGÍA FORENSE



PRIETO J. L., SÁNCHEZ J. A., MAGAÑA C., ROSELLÓ J., GREMO A.



boletín galego de medicina legal e forense.
Noviembre 2001. Nº 10.

Edita
ASOCIACIÓN GALLEGA DE MÉDICOS FORENSES

CURSO BÁSICO DE ANTROPOLOGÍA FORENSE

Ponencias del Curso organizado por la Asociación Gallega de Médicos Forenses, celebrado en Santiago de Compostela en Junio de 2000, con la colaboración de la Consellería de Xustiza, Interior e Relacións Laborais de la Xunta de Galicia.

AUTORES

Dr. Dn. José Luis Prieto Carrero. Médico Forense. Especialista Universitario en Antropología Forense. Licenciado en Odontología.

Dr. Dn. José Antonio Sánchez Sánchez. Profesor Titular Medicina Legal Universidad Complutense de Madrid.

Dra. Dña. Concepción Magaña. Bióloga Forense. Laboratorio de Antropología y Odontología Forense del Instituto Anatómico Forense de Madrid.

*Dr. Dn. José Roselló. Médico Forense
Dra. Dña. Ana Gremó Roselló. Bióloga Forense.*

*EDITA
ASOCIACIÓN GALLEGA DE MÉDICOS FORENSES
Coordinador edición: Fernando Serrulla Rech.*

El BOLETÍN como podéis comprobar sigue manteniendo una periodicidad errática. Esperamos, al menos, seguir editando un número al año. Este número está dedicado a la Antropología Forense, una parcela de posiblemente de la dinámica social propia de nuestro tiempo. En el curso que celebramos el año pasado y en los textos que presentamos comprobamos una vez más que en la medicina forense es imposible dominar todos los campos que ésta abarca. Por ello continuamos pronunciandonos a favor de la creación y puesta en funcionamiento de los Institutos de Medicina Legal. En otras comunidades autónomas -aún con problemas- han empezado a diseñar este trascendental cambio, pero en Galicia seguimos sin previsión alguna de qué es lo que va a ocurrir. La Xunta de Galicia ha mostrado su interés en los Institutos, pero de momento no tenemos nada más.

Queremos dedicar unas breves palabras a los autores de los textos que presentamos. Agradecerles su colaboración y paciencia para la elaboración de este texto que por fin puede publicarse tras superar muchos problemas editoriales.

Por último deseamos hacer mención al novedoso hecho de que algunos compañeros asociados han mostrado su interés en mejorar la calidad de ésta publicación. Desde el equipo de redacción agradecemos su iniciativa y esperamos que muy pronto veamos aparecer el BOLETÍN en una nueva época.

Fernando Serrulla Rech.

ÍNDICE

1. Sistemática de la recuperación de restos cadavéricos. JOSÉ LUIS PRIETO CARRERO	5
2. Data de la muerte JOSÉ ANTONIO SÁNCHEZ SÁNCHEZ	12
3. La entomología forense y su aplicación a la Medicina Legal. Data de la muerte. CONCEPCIÓN MAGAÑA	23
4. Notas para la identificación reconstructiva. JOSÉ ROSELLÓ	30
Determinación del sexo	33
Determinación de la edad	38
Determinación de la talla	44
5. Necroidentificación por cotejo de registros odontológicos. JOSÉ LUIS PRIETO CARRERO	50
6. Identificación por radiología e análisis de imagen. JOSÉ ANTONIO SÁNCHEZ SÁNCHEZ	62
7. Aspectos generales del análisis de ADN en antropología forense. ANAGREMÓ ROSELLÓ	75
8. Actuación médico forense en grandes catástrofes y accidentes de múltiples víctimas. JOSÉ LUIS PRIETO CARRERO. JOSÉ ANTONIO SÁNCHEZ SÁNCHEZ.	84
9. Lesiones fundamentales en antropología forense. Laboratorio de Antropología y Odontología Forense del Instituto Anatómico Forense de Madrid	98
10. APÉNDICE. Modelo del envío de muestras y guía del estudio preliminar macroscópico. Laboratorio de Antropología y Odontología Forense del Instituto Anatómico Forense de Madrid.	105

ANTROPOLOGÍA FORENSE

SISTEMAS DE LA RECUPERACIÓN DE RESTOS CADAVERÍCOS.

José L. Prieto

INTRODUCCION.

La Antropología Forense constituye hoy en día una especialidad de la Medicina Forense en la que convergen disciplinas médico-forenses clásicas como la Tanatología y la Patología Forenses, y conocimientos propios de la Antropología Física e incluso de la Arqueología, estos últimos encaminados a propiciar una recuperación adecuada de los restos cadavéricos. Las condiciones de conservación de los cadáveres sujetos a estudio antropológico exigen, más aún si cabe, un examen del lugar de los hechos y una recuperación de los restos completa, minuciosa y detallada que posibilite la obtención del mayor número de datos encaminados a esclarecer de forma fiable la identidad de un cadáver y la causa y circunstancias de la muerte. Estas técnicas de recuperación se recogen hoy dentro de lo que ha venido a denominarse Arqueología Forense.

La Antropología Forense constituye un campo especializado de asesoramiento médico forense que tiene como objetivo principal el estudio de Cadáveres en mal estado@ con el fin de obtener datos encaminados a establecer rasgos físicos y características personales que permitan su identificación, así como la posible causa y circunstancias de la muerte. En contra de otras definiciones, generalmente derivadas del sistema de organización forense de corte anglosajón en que la Antropología Forense se considera una especialidad de la Antropología Física al servicio de la resolución de casos criminales (UBELAKER >96), esta definición la conceptúa como una auténtica especialidad de la Medicina Forense, teniendo en cuenta el modelo organizativo propio de nuestro país. No es posible separar, por tanto, los conocimientos puramente concernientes a la Antropología Física (limitada a proporcionar los datos de identidad reconstructiva: sexo, edad, talla, afinidad racial,...) de los que exigen el concurso de la Patología, Tanatología, Toxicología,..., en la determinación de la causa y circunstancias de la muerte, objetivo indiscutible del estudio médico forense de un cadáver, sea cual sea su estado de conservación. La Recomendación n1(99)3 del Consejo de Ministros de los Estados Miembros, para la

Armonización de las Autopsias Médico-legales (REMLE) señala que Ase debe practicar la autopsia en todas las muertes no naturales, obvias o sospechosas, también cuando exista demora entre el hecho causal y la muerte, particularmente en los siguientes casos: ... j) cuerpos no identificados o restos óseos@.

Los tejidos óseos y dentarios resisten el proceso de putrefacción y proporcionan la principal evidencia humana después de la muerte, por lo que los métodos antropológicos (antropometría, antroposcopia, odontología, radiología, análisis de imagen, reconstrucción de partes blandas,...) estarán indicados en el estudio de aquellos cadáveres a los que por sus condiciones de conservación no es posible practicar una autopsia convencional, bien porque carezcan de partes blandas, bien porque éstas hayan sufrido alteraciones que impidan su valoración macro o microscópica.

Estas circunstancias pueden tener básicamente tres orígenes:

1.- Natural.- Cuando la muerte ha tenido lugar hace tanto tiempo que el cuerpo se encuentra en un avanzado estado de putrefacción o bien solamente el esqueleto completo o en parte está disponible.

2.- Intencional.- Ya sea en intentos de deshacerse de un cadáver o con el fin de impedir premeditadamente su identificación, mediante el uso de sustancias cáusticas o corrosivas, descuartizamientos, o mutilaciones específicas.

3.- Accidental.- Destrucción por el fuego (acc. tráfico, incendios de locales públicos,...) y traumatismos desfigurativos con extensas destrucciones corporales, especialmente del área craneofacial (explosiones, colisiones, accidentes aéreos...)

En estos dos últimos grupos el estudio antropológico, en cadáveres recientes, es fundamentalmente de tipo identificativo.

Lógicamente, en estas condiciones la información proporcionada por el cadáver se ve sumamente limitada, por lo que es

extremadamente útil reunir la mayor cantidad de datos posible, empezando por una completa y correcta recuperación de los restos cadavéricos.

HALLAZGO DE LOS RESTOS.

La mayoría de los hallazgos de restos cadavéricos ocurren de manera accidental, poniéndose el caso en conocimiento del Juzgado correspondiente, motivando la intervención del médico forense.

No obstante, en ocasiones puede ser necesario localizar previamente el lugar de enterramiento. En estos casos se deberá inspeccionar visualmente el terreno, suelo y vegetación, poniendo especial atención en las siguientes características (KROGMAN >86):

1.- Modificaciones en la vegetación, debidas a la excavación del terreno.

2.- Consolidación del terreno, que adopta una superficie cóncava respecto del suelo circundante durante los primeros meses. La profundidad del área consolidada varía de acuerdo con el tipo de suelo.

3.- Modificaciones en el suelo. Al preparar la fosa se produce una mezcla de las capas más superficiales del suelo con otras más profundas, con lo que la coloración de la superficie es diferente.

Pero si la localización del lugar de enterramiento es conocida sólo vagamente y la simple inspección del terreno no aporta datos suficientes, se hace preciso el uso de instrumentos de búsqueda.

Aunque suele ser de utilidad el empleo de detectores de metales, uno de los métodos que más se han empleado con éxito en la detección de enterramientos individuales es el denominado "ground penetrating radar" (CHAMBERLAIN >94). Este método utiliza señales electromagnéticas que son reflejadas por el terreno según su contenido en agua. El emisor y receptor se cruzan por la región de interés produciendo una imagen bidimensional, mostrando un retraso respecto de la distancia horizontal. Este retraso es proporcional a la profundidad del enterramiento. Los cuerpos que han sido enterrados en suelos de estratigrafía simple pueden ser identificados por el patrón de las ondas de reflexión causado por el contraste entre el relleno y el suelo circundante intacto, observándose un patrón hiperbólico en la gráfica.

El método produce los mejores resultados en suelos arenosos y muy resistentes y es menos

efectivo en suelos arcillosos.

ACTUACION EN EL LUGAR DEL HALLAZGO

De acuerdo con ETXEBERRIA (ETXEBERRIA) toda la fase de excavación arqueológica (fase de levantamiento del cadáver) debería estar dirigida por el Médico Forense bajo cuyas órdenes, por delegación de la autoridad judicial, actuarían el resto de profesionales (arqueólogos, policía científica,...).

No existen normas fijas respecto a este punto, debiendo adecuarse nuestra actuación a las circunstancias particulares de cada caso. Cualquier situación es única y las recetas pueden hacer pasar por alto datos poco comunes, limitando así las oportunidades del análisis. La única regla consiste en emplear técnicas que garanticen una máxima cantidad y fiabilidad de los datos relevantes para los objetivos de la investigación, procurando no dañar los restos y objetos relacionados con ellos, más de lo que puedan ya estar dañados y teniendo siempre presente que una vez los restos han sido retirados de su emplazamiento nunca podrán ser reconstruidas las condiciones originales.

Con el fin de seguir un plan lo más sistematizado posible debemos considerar los siguientes pasos (BASS >92, PRIETO >91, UBELAKER >91):

1.- Delimitar y acordonar el área de dispersión de los restos o área de la fosa.-

Evitando con ello alterar su disposición y la pérdida de datos trascendentes para la investigación. Es absolutamente imprescindible evitar que cualquier persona no relacionada directamente con la investigación en el lugar de los hechos tenga acceso a la zona.

2.- Exposición de los restos.-

Mediante la limpieza cuidadosa de la vegetación y suelo circundante, en el caso de encontrarse los restos en superficie, o la excavación de la zona de enterramiento.

Suele ser conveniente el empleo de técnicas arqueológicas que facilitan una metodología de trabajo, realizando una cuadrícula en la superficie del área de búsqueda y emplazando un punto permanente de referencia respecto del cual realizaremos todas las medidas y que dejaremos en el lugar una vez realizada la recuperación de los restos, por si fuera necesaria la práctica de nuevas pruebas o rastreos al cabo del tiempo.

La exposición completa del cuerpo o restos cadavéricos nos va a proporcionar una información única que, una vez retirado el cuerpo de la escena, va a ser absolutamente imposible

reconstruir en su forma original. Esta información que debemos registrar hará referencia a la localización, posición, orientación del cadáver, y profundidad en aquéllos que se encuentren enterrados. La relación de objetos relacionados con el cadáver (prendas, objetos personales, elementos extraños,...) Cualquier dato que no quede recogido en este momento por una mala técnica se habrá perdido irremisiblemente. Por ejemplo, la ausencia de determinada parte del esqueleto puede ser evidenciada en el mismo momento de la recuperación, evitando posteriores especulaciones sobre una mala extracción o pérdida posterior. La evidencia de ciertas lesiones que han producido la conminución del hueso (p.e. ciertas heridas por arma de fuego u otros traumatismos) puede perderse si no se observa *Ain situ*, por el deterioro que puedan sufrir posteriormente los fragmentos o la imposibilidad de una reconstrucción completa que revele la morfología exacta de la lesión.

3.- Fotografía.-

Es imprescindible obtener un registro gráfico (dibujos, fotografías, video,...) de todos los elementos que componen la escena (restos, objetos), lo que nos proporcionará un registro visual permanente de la disposición de restos y objetos y la conservación de detalles que pueden ser difíciles de describir o pueden perderse si se toman tan sólo notas escritas.

Es conveniente realizar un extenso reportaje fotográfico, que incluya fotografías del lugar tal y como se encontró inicialmente, y paso a paso hasta que se completa la

exposición de los restos, mediante la exhumación o eliminación de la vegetación circundante.

Así mismo, antes de extraer los restos, se dejará constancia gráfica de la posición y forma en que se encontraban (orientación en el lugar de enterramiento y relación con elementos circundantes).

Siempre que sea posible se incluirá en el campo fotografiado una etiqueta identificadora.

Cualquier alteración ósea observable, tras ser descrita con detalle, debe ser fotografiadas "*in situ*".

4.- Extracción de los restos.-

Antes de proceder a la recogida de los restos y objetos asociados es conveniente utilizar un detector de metales, con el fin de determinar la presencia de objetos metálicos que puedan haber pasado desapercibidos a la inspección ocular.

Una vez expuestos los restos completamente, y tomados todos los datos, observaciones, fotografías y mediciones (y en ningún caso antes), es el momento de proceder a retirarlos de su

emplazamiento original de forma ordenada. Es conveniente separar en contenedores diferentes los huesos correspondientes a miembros contralaterales, especialmente las falanges de manos y pies, imposibles de diferenciar anatómicamente.

En este momento se debe efectuar una cuidadosa inspección del terreno. La capa más superficial, en el caso de cadáveres a la intemperie, o la totalidad de la tierra extraída, en cadáveres enterrados, deberá cribarse a fin de buscar pequeños fragmentos óseos, piezas dentarias, insectos o restos de los mismos, objetos personales (pendientes, anillos,...) o cualquier otro elemento que pudiera ser de interés para la identificación del cadáver o causa de su muerte (proyectiles). Si los huesos son inmaduros hay que poner especial cuidado de recoger los núcleos de osificación (epífisis) sobre todo de los huesos largos. Si está presente el cráneo y la mandíbula, tendremos cuidado de recoger todos los dientes (generalmente los unirradiculares suelen caer de los alveolos, por la pérdida del ligamento periodontal).

Aunque en general no se aconseja la limpieza de los restos previa a su remisión al laboratorio, a veces puede ser de utilidad eliminar la tierra de los huesos antes de proceder a su envío (siempre guardando una muestra por si fuera necesaria la realización de análisis geológicos). Esto es especialmente útil en el caso del cráneo en que la tierra contenida en su interior al secarse puede actuar como una maza produciendo durante su transporte la fragmentación del mismo.

5.- Estimaciones iniciales.-

Pueden realizarse por el médico forense, en el propio lugar del hallazgo, algunas estimaciones iniciales que permitan en ocasiones comenzar la investigación, fundamentalmente las referidas al sexo y edad del sujeto, dejando siempre clara la provisionalidad de las apreciaciones. En el caso de la determinación de la edad, es conveniente no adelantar en este momento datos muy concretos que deben obtenerse de estudios más complejos. Debido a ello, nos referiremos a la edad en términos muy generales (pre-perinatal, infantil, juvenil, adulto o viejo).

6.- Empaquetado y transporte.-

Es preferible el uso de papel para el empaquetado de los restos (no papel de periódico por la posibilidad de tinción de los huesos), huyendo de contenedores de plástico, sobre todo cuando los restos presenten cierta humedad, ya que se favorece el crecimiento de hongos que podrían afectar a la superficie del hueso.

Se introducirán, siempre que sea posible, en contenedores rígidos (cajas de madera,

plástico,...), o en todo caso de cartón. Debe acondicionarse un embalaje adecuado, para lo que es de utilidad el mismo papel, que evita el desplazamiento de las bolsas dentro del contenedor, provoca una cierta absorción de humedad manteniendo un ambiente húmedo en el interior del contenedor que evita la desecación rápida del hueso y su deterioro resultante y actúa de amortiguador de golpes que pueda sufrir el embalaje en su camino al laboratorio.

7.- Documentación adicional.-

Por último, debe remitirse al laboratorio, junto con los restos, un informe completo con la totalidad de los datos obtenidos en el lugar del hallazgo. En caso de presumirse la identidad del cadáver, será imprescindible recopilar y enviar toda la información disponible sobre el mismo, incluyendo a ser posible, ficha dental, historial médico, estudios radiográficos de cualquier tipo y fotografías de retrato.

En todo caso, el éxito de la completa identificación va a depender en gran medida de esta primera fase, tanto de la extracción como de una completa recogida de datos.

MUESTRAS EN CASOS ESPECIALES.-

Cuando precisamos determinar la edad en un cadáver que se conserva prácticamente completo, y del que podemos obtener la mayoría de los datos orientadores sobre su identidad tales como el sexo, talla, raza... (generalmente ahogados con denudación craneofacial), el estudio antropológico de una serie de muestras

puede establecer este rasgo con un alto grado de fiabilidad. La relación de muestras a enviar al laboratorio es la siguiente:

- Ramas del pubis.
- Extremos esternales de las 40 costillas.
- Sección transversal de unos 3-4 cm. de grosor a nivel del tercio medio de la diáfisis del fémur.
- Incisivos laterales superiores.

Antes de obtener las muestras descartaremos la existencia de patología a estos niveles, que podrían ser de interés para la posterior identificación del cadáver (fracturas, tumores óseos,...), siendo conveniente su remisión en líquido conservador (generalmente formol al 10%).

BIBLIOGRAFIA

1. BASS, W. M. Human osteology. Missouri Archaeological Society. Columbia. 1992.
2. CHAMBERLAIN, A. Human remains. British Museum Press. Londres. 1.994.
3. ETXEBERRIA F. Arqueología Forense. Metodología de la Recuperación de Restos Esqueléticos. Curso de Introducción a la Antropología Forense. CEJAJ-IAF. Madrid. 1997.
4. KROGMAN, W.M. The human skeleton in Forensic Medicine. Charles C. Thomas. Springfield. Illinois. 1.986.
5. PRIETO J.L. Sistemática de la actuación Médico Forense ante el hallazgo de restos cadavéricos. Curso de Necroidentificación. CEJAJ - IAF. Madrid 1995.
6. RECOMENDACION N1(99)3 DEL CONSEJO DE MINISTROS DE LOS ESTADOS MIEMBROS, PARA LA ARMONIZACION METODOLOGICA DE LAS AUTOPSIAS MEDICOLEGALES (Traducción). Rev. Esp. Med. Leg. 1999; XXIII(86-87):90-103.
7. UBELAKER, D.H. Human Skeletal Remains. Taraxacum. Washington. 1.991.
8. UBELAKER D.H. Skeletons Testify: Anthropology in Forensic Science. Yearbook of Physical Anthropology. Wiley-Liss, Inc. 1996.

DATA DE LA MUERTE

J.A. Sánchez Sánchez

En Medicina Legal y Forense, cuando nos enfrentamos al estudio de unos restos óseos humanos la primera pregunta que se nos plantea siempre es cual es la data de la muerte. La información que podamos dar va a tener una importancia primordial para continuar la investigación o sencillamente considerar que esos restos solo tienen un valor histórico o arqueológico.

Müller estableció un esquema que se basa en la evolución de las partes blandas del cadáver y que resume en los siguientes pasos:

1. Formación de una capa de moho en los cadáveres sepultados en tierra (se presenta de 2 a 4 años después de la muerte).

2. Desaparición de las partes blandas en enterramientos en fosas (indica que han transcurrido 2 a 4 años después de la muerte)

3. Desaparición de cartilagos y ligamentos en sepultados en tierra (tiene lugar a los 5 o mas años)

4. Desaparición de la grasa en los huesos (tiene lugar a los 5-15 años después de la muerte).

5. Destrucción del hueso, puede presentarse entre 10 a 15 años, dependiendo del terreno. Hay huesos que resisten miles de años.

6. Estado quebradizo, frágil y poroso de los huesos (quiere decir que por lo menos han transcurrido 50 años. Una vez mas esto hay que cotejarlo con el estado y composición química del terreno).

7. El hueso no tiene médula ósea (mas de 6 años).

8. No hay nada de materia orgánica en el canal medular (mas de 10 años).

Mas recientemente algunos autores se han ocupado de establecer técnicas que pudieran tener una mayor fiabilidad en la resolución de ese tipo de casos. Estas técnicas pueden resumirse en los siguientes puntos:

Estudio del contenido mineral

Estudio histológico

Reacción de la Benzidina

Reacción al suero antihumano

Fluorescencia ultravioleta

Estudio termogravimétrico

Estudio del contenido de lípidos

Estudio del contenido de nitrógeno

Estudio del contenido de amino ácidos

En cuanto al contenido mineral en relación con la data ha sido abordado por autores como Dell Erba (1957), Taylor (1965), Strehlow (1969),

Castellano (1976). Castellano encuentra que se produce con el tiempo un aumento de Fe, Zn, Pb, y P y una disminución de K y Mg. Sin embargo establecen que estas transformaciones pueden estar influenciadas por contaminación del terreno.

El estudio histológico es abordado entre otros por Berg (1962) y Nokes y cols (1987). Estos autores señalan la existencia de alteraciones con pérdida de actividad óptica en huesos antiguos, mientras que en huesos recientes muestran sistemas lamelares con birrefringencia en el área de la osteona.

La reacción a la Benzidina, reacción a suero antihumano y fluorescencia ultravioleta son estudiados por Knight y Lauder (1969) y concluyen en su estudio que la actividad inmunológica sobrevive poco tiempo, del orden de 5 a 6 años, que la fluorescencia ultravioleta es de limitado uso pero que puede ayudar en conjunción con otros test (el umbral lo establece en 150 años), con menos de esta edad los cortes frescos de huesos largos exhiben fluorescencia. La bencidina también parece persistir durante 100-150 años. En cuanto al contenido de nitrógeno establece que menos de 2.5 grs % parece indicar que el hueso tiene mas de 350 años, y que casi todas las muestras de menos de 50 años tienen un contenido de nitrógeno de mas de 3-5 mgrs %. Similares cifras establece Berg (1962).

Mas recientemente Yoshino (1991), aplica la fluorescencia ultravioleta en cortes histológicos de hueso y señala la posibilidad de establecer la data mediante esta técnica en huesos con un periodo de tiempo próximo a la muerte y que puede ser de interés en los estudios antropológico forenses, aunque dado el tamaño de la muestra que estudia (n=51) repartido entre 0 y 15 años.

El estudio termogravimétrico y el contenido de lípidos es realizado por Castellano (1976).

En cuanto al estudio termogravimétrico que se basa en la pérdida de peso que sufre la muestra ósea al someterla a diferentes temperaturas, los autores concluyen que este método es de utilidad para diferenciar huesos recientes y antiguos (mas de 100 años).

En el estudio de los lípidos los autores llegan a las siguientes conclusiones:

1. Que la concentración de los lípidos varía mucho de unos huesos a otros.
2. Que los lípidos disminuyen con el tiempo, siendo esta pérdida mas brusca en los huesos

recientes (hasta dos años) y mas lenta para los de 10, 15, 20 y 50 años y huesos milenarios.

3. Mediante cromatografía en capa fina observan un empobrecimiento de triglicéridos, colesterol, y diglicéridos mientras que la fracción de ácidos grasos libres se va enriqueciendo con el paso del tiempo.

4. El estudio mediante cromatografía de gases de los esterios metílicos de los ácidos grasos libres señala un aumento estadísticamente significativo del palmítico, esteárico, linoleico, y miristoléico y disminuyen el oleico y araquídico.

El estudio del contenido de aminoácidos es realizado por Knight y Lauder (1969), por el método de cromatografía en capa fina y establecen que las muestras de menos de 70-100 años producen 7 o mas aminoácidos y que la presencia de prolina o hidroxiprolina parece que se presenta solo antes de los 50 años.

De la lectura de los autores citados anteriormente se podía concluir que las técnicas que se realizaban sobre la materia orgánica del hueso tenían menos problemas en cuanto a contaminación por el terreno y parecían tener mejores perspectivas en la aplicación concreta de la data de la muerte con fines forenses. En un trabajo realizado personalmente con el profesor Busuttill en la cátedra de Patología Forense de Edimburgo decidimos ampliar el estudio de nitrógeno y aminoácidos en hueso utilizando la siguiente metodología:

Para la determinación de nitrógeno utilizamos una muestra compuesta por 13 huesos humanos, 14 dientes, igualmente humanos y 3 huesos animales, todos ellos de data conocida. Cuando se tenía conocimiento del sexo y edad del individuo era incluido en el estudio.

Para el estudio de aminoácidos utilizamos 13 huesos humanos, 2 molares igualmente humanos y dos huesos animales (perro), también de data conocida.

a) Determinación de nitrógeno.

Usamos el método de Kjeldahl que ya había sido usado antes por Knight y Lauder (1969) a fin de poder comparar nuestros resultados. En 7 de las muestras se realizó también el estudio mediante el método de Dumas que había sido utilizado por otros autores (Denninson, 1980).

b) Determinación de aminoácidos.

El método usado fue el seguido por Law y Hedges (1989) y Gillespie y Hedges (1984), ligeramente modificado, realizando una extracción de la materia orgánica y análisis de

aminoácidos en los siguientes pasos:

1. Una muestra ósea es fragmentada y limpiada cuidadosamente mediante raspado de la cortical tanto en su cara externa como interna.

2. Los fragmentos son sometidos a un lavado con ácido clorhídrico 1 N durante 5 minutos con agitador magnético.

3. Posteriormente y tras secado de estos fragmentos se pulverizan hasta obtener harina de hueso.

4. 5 mgrs de la harina de hueso obtenida son utilizados para la realización del estudio, siendo desmineralizados mediante agitación magnética en una solución de ácido clorhídrico 1 N durante 3 horas.

5. Después del proceso de desmineralización se procede a centrifugar la solución a 3.000 r.p.m (5 minutos) y son separados el sobrenadante y el precipitado.

6. El sobrenadante es llevado a sequedad en un rotavapor y después vuelto a diluir en agua destilada (5?10 ml).

7. Tras esto el sobrenadante es pasado a través de una columna de intercambio iónico (BIORAD 50X8).

8. Los aminoácidos son extraídos de la columna usando una solución de hidróxido amónico 1.5 M.

9. El sedimento que habíamos obtenido tras la centrifugación es disuelto en una solución de ácido clorhídrico 6 N y calentado en una estufa durante 24 horas a 105° C. Posteriormente se filtra con un filtro de vidrio.

10. El filtrado es llevado a sequedad, redisoluto en agua destilada y sometido al mismo proceso que el sobrenadante.

11. Tanto el sobrenadante como el precipitado aunque separadamente son llevados al analizador de aminoácidos (ABI mod. 420 A). Hemos de señalar que el precipitado debe ser diluido 1: 50 M.

En la determinación de aminoácidos obtuvimos los siguientes: Ácido aspártico, Ácido glutámico, Serina, Glicina, Histidina, Arginina, Treonina, Alanina, Prolina, Tirosina, Valina, Metionina, Isoleucina, Leucina, Fenilalanina, Lisina, y Cisteina.

Las cantidades presentes de estos amino ácidos fueron obtenidas tanto en el sobrenadante como en el precipitado. Debido a que las cantidades halladas en el sobrenadante eran muy bajas y tenían un comportamiento muy irregular solo sometimos a estudio los resultados obtenidos en el precipitado excepto el amino ácido cisteína que solo se obtiene en muestras muy recientes (hasta 4 años).

Se realizaron estudios de correlación considerando las muestras globalmente, por grupos de huesos y finalmente por huesos individuales.

Como conclusión a nuestro estudio del contenido de nitrógeno debemos decir que comparados nuestros resultados con los dados por Knight y Lauder (1969). Estos autores establecen que un contenido de nitrógeno menor de 2.5 mgrs parece indicar que el hueso tiene mas de 350 años y que casi todas las muestras de menos de 50 años tienen un contenido de mas de 3.5 mgrs % se ajustan bastante bien al contenido que nosotros encontramos en huesos largos, pero nuestros resultados en cuanto a huesos planos (costillas) son sistemáticamente de mayor porcentaje al establecido, igualmente el contenido en molares y huesos animales es menor que el establecido por ellos.

No parecen existir diferencias en cuanto a edad, sexo y lugar de enterramiento con las cantidades de nitrógeno obtenidas.

En cuanto a la determinación de aminoácidos como método de datación ósea podemos establecer que tienen un gran número de posibilidades debido a la gran cantidad de aminoácidos que usamos y sus variaciones individuales en cada muestra, pero para una correcta interpretación de los resultados debemos tener en cuenta que:

Los test de correlación indican que existe una diferencia en el contenido y evolución de los aminoácidos dependiendo del hueso que se estudie, sin embargo no parecen existir diferencias por el lugar de enterramiento, aunque este último punto para ser confirmado necesita de estudios mas extensos.

Igualmente existe una diferencia en huesos animales y huesos humanos en cuanto al contenido de amino ácidos.

OTRAS TÉCNICAS DE DATACIÓN

Incluimos aquí otras técnicas de datación que se aplican en hueso aunque no con fines

exclusivos antropológico-forenses.

- Estas serian:
- Datación por C14
- Racemización de aminoácidos
- Resonancia electrónica

DATACIÓN POR C14

La técnica de datación por carbono ha sido utilizada con una amplia variedad de propósitos, entre ellos la determinación de la edad en material óseo.

Su aplicación para la data se basa en los mismos principios que para cualquier otro material orgánico. Mientras que un organismo que está vivo mantiene una constante interrelación con el medio y la cantidad de C14 que posee es la misma que existe en la atmósfera que se mantiene constante a través del tiempo. Al morir el C14 disminuye progresivamente a una velocidad constante de aproximadamente un 1% cada 80 años. En la medida que este descenso, se basa esta técnica de datación.

Se puede usar la parte orgánica o inorgánica del hueso siendo preferible la primera debido a que sufre menor contaminación del medio. El componente inorgánico que está constituido por hidroxiapatita y carbonato cálcico se transforma en fluorapatita y fosfato cálcico por la acción de las aguas que existen en el medio por lo que puede dar lugar a errores de datación.

Si se utiliza la parte orgánica (constituida por colágeno) este error se elimina y algunos problemas que pueden plantearse como contaminación por microorganismos o por un terreno rico en materia orgánica se eliminan por los procedimientos habituales de los laboratorios dedicados a ello.

Mediante este método de análisis se pueden datar muestras de entre 500 y 50.000 años aproximadamente, y tiene como principales inconvenientes el tamaño de la muestra, (usualmente grande) y el tiempo necesario para obtener los resultados que tiene una relación inversa con el tamaño de la muestra.

En 1877 Muller aplicó un nuevo método, el acelerador de radiocarbono o ciclotrón que puede realizar la datación con una cantidad mínima de material y en corto periodo de tiempo. Sin embargo Berger (1979) señala como inconvenientes la posible contaminación de la lectura de la muestra por el propio sistema debido a la alta energía que utiliza y el coste económico. Como ventaja el periodo de tiempo para datar se amplía a 100.000 años de edad. De cualquier manera el periodo de tiempo mínimo continua igual, en los 500 años lo que hace que esta técnica no tenga hasta ahora una indicación de

uso en Antropología Forense.

RACEMIZACION DEL ÁCIDO ASPARTICO

Se basa este método en la medida de las formas D y L de los aminoácidos. Mientras que un organismo está vivo utiliza exclusivamente las formas L de los aminoácidos, siendo por tanto las únicas que posee. Cuando fallece las formas L se van transformando en forma D a una velocidad que es constante e independiente para cada aminoácido y que está influenciada por el pH y la temperatura. Su rango de actuación en el tiempo depende de la temperatura a que haya estado sometido el material, lo que hace de ella una técnica insegura. De cualquier manera su uso está restringido al terreno de la paleontología alcanzando su límite según la zona hasta 500.000 años (Centro Europa) o 60.000 años (Ecuador).

RESONANCIA ELECTRÓNICA.

Esta técnica se basa en la detección del momento magnético inducido por la rotación de un electrón cargado negativamente. Estos electrones son producidos por la radiación natural resultante de la descomposición del uranio, torio, y potasio del material que se estudia.

La dosis total de radiación, que está en relación con la edad, puede determinarse a partir de la concentración de electrones cargados negativamente. El primer estudio en huesos se realiza por Ikeya y Miki (1980). El rango de tiempo que cubre depende del comportamiento de la muestra y de la temperatura a la que haya estado sometida, por lo que es necesario calibrar el comportamiento termal del material de estudio para poder establecer la velocidad de transformación. El rango de tiempo no ha sido establecido con seguridad. La muestra que se ha datado con menos tiempo es de 600 años, mientras el límite superior se extiende hasta un millón de años.

Desde el punto de vista de la Antropología Forense algunos autores señalan que si se calibra el equipo para muestras recientes sería posible establecer la data con fines forenses.

Además de las técnicas aquí descritas el método entomológico puede ayudar también en las primeras fases de evolución del cadáver hasta llegar a su esqueletización. Esta metodología tiene su campo de estudio propio y deber ser realizada por expertos en este tema.

Como conclusión a esta revisión podemos señalar que hasta la actualidad no se dispone de ningún método de laboratorio contrastado y fiable para establecer la data de la muerte con fines

antropológico forenses, dado que los estudios citados adolecen de una falta en cuanto al número de muestras analizadas para que puedan aplicarse con fiabilidad, y otros métodos más contrastados son aplicables solo con fines arqueológicos, debido al periodo de tiempo en el que se mueven.

BIBLIOGRAFÍA

Berg, S. (1962). *Methods in Forensic Sciences*. Interscience Publishers. London.

Berger, R. (1979). Radiocarbon Dating of Bone and Shell from their Organic Components. *Science* 6: 101-104.

Castellano, M. (1976). Estudio del comportamiento del material orgánico e inorgánico en el proceso de envejecimiento de los restos óseos. Aplicación al establecimiento de la data. Tesis Doctoral. Granada.

Dell'Erba, A. and Caretto, I. (1957). La osteodiagnosi dell'epoca della morte. *Giornale Medicina Legale, Infezioni et Toxicology*. 3: 26-29.

Denninson, K.J. (1980). Amino acid in Archeological Bone. *Journal of Archeological Science*. 7: 81-86.

Gillespie, R., Edges R.E.M. and Wand, J.O. (1984). Radiocarbon Dating of Bone by accelerator Mass Spectrometry. *Journal of Archeological Sciences*. 11: 165-170.

Ikeya M., y Miki, T. (1980). Electrón Spin Resonance Dating of Animal and Human Bones. *Science* 207: 979-989.

Knight, B. and Lauder, I. (1969). Methods of Dating Skeletal Remains. *Human Biology*. 41: 322-341.

Law, I.A., and Hedges, R.M. (1989). A semi-Automated Pretreatment System and the Pretreatment of Older and Contaminated Samples. *Radiocarbon*. 31(3): 247-243.

Muller, R.A. (1977). Radioisotope Dating with a cyclotron. *Science*, 196: 489-494.

Nokes, L.D.M., Grenn, M., and Knight, B. (1978). The use of Scanning Electron Microscopy in the Dating of Human Skeletal Remains. *Journal of Forensic Sciences Society*. 27: 413-426.

Strehlow, C and Knip, T. (1969). The Distribution of Lead and Zinc in the Human Skeleton. *American Industrial Hygiene Journal*. 30: 373-378.

Taylor's. (1962). *Principles and Practice of Medical Jurisprudence*. Ed. Churchill. London.

Yoshino, M. et al. (1991). Microscopical study on estimation of time since death in skeletal remains. *Forensic Sciences International*, 49: 143-158.

LA ENTOMOLOGÍA FORENSE Y SU APLICACIÓN A LA MEDICINA LEGAL.

DATA DE LA MUERTE

Concepción Magaña

La civilización de las moscas se ha visto incrementada con la proliferación de restos de materia orgánica y basura. Las moscas prosperan con la domesticación de animales y la creación de pueblos y ciudades. La 140 lapida de la serie de Hurra-Hubulla es una lista sistemática de animales salvajes terrestres del tiempo de Hammurabi, hace 3.600 años, y esta basada en una lista Sumeria aún más antigua. Se encuentra escrita en cuneiforme y es el libro más antiguo de zoología que se conoce. Entre los 396 animales listados, 111 son insectos y 10 son moscas. Las "mosca verde" (Phaenicia) y la "mosca azul" (Calliphora) muy comunes hoy en casos forenses son mencionados aquí en sus primeros tiempos.

En civilizaciones antiguas, las moscas aparecen como amuletos (Babilonia, Egipto), como dioses (Baalzebub, El Señor de las Moscas), y es una de las plagas en la historia bíblica del Exodo. La metamorfosis de las moscas ya era conocida en el antiguo Egipto. Un papel encontrado en el interior de la boca de una momia contiene la siguiente inscripción: "Los gusanos no se volverán moscas dentro de ti" (Papiro Gized no. 18026:4:14). La mayoría de los insectos evitados en los embalsamamientos son los que ahora nos ayudan en la resolución de casos de muerte.(GREENBERG 1991)

El primer documento escrito de un caso resuelto por la entomología forense, se remonta al siglo XIII en un manual de Medicina Legal chino referente a un caso de homicidio en el que apareció un labrador degollado por una hoz, para resolver el caso hicieron que todos los labradores de la zona que podían encontrarse relacionados con el muerto, depositasen sus hoces en el suelo, al aire libre, observando que tan solo a una de ellas acudían las moscas y se posaban sobre su hoja, esto les llevo a la conclusión de que el dueño de la hoz debía ser el asesino, pues las moscas eran atraídas por los restos de sangre que habían quedado adheridos a dicha hoz.

Durante muchos años en determinados ambientes, se pensaba que al morir una persona las larvas que aparecían en el cadáver para devorarlo bien aparecían por generación espontánea, o bien salían del propio cadáver. Estas creencias perduraron hasta que Redi, un naturalista del Renacimiento se propuso demostrar de una forma científica que estas larvas procedían de insectos, los cuales depositaban sus huevos para que se desarrollasen sobre el cadáver.

Para ello, realizo el siguiente experimento: expuso al aire libre un gran número de cajas descubiertas y en cada una de ellas deposito un trozo de carne, unas veces cruda y otras cocida para que las moscas atraídas por el olor vinieran a desovar sobre ellas. A todas estas diversas carnes acudieron las moscas y desovaron ante la presencia de Redi que observo como estos huevos depositados por los insectos se transformaban primero en larvas, después en pupas y por último salían los individuos adultos que en su mayoría abandonaban el lugar.

Redi distinguió cuatro tipos de moscas: Moscas azules (Calliphora vomitoria); moscas negras con franjas grises (Sarcophaga carnaria); moscas análogas a las de las casas (Musca domestica) o probablemente Curtonevra stabulans, y por fin moscas de color verde dorado (Lucila caesar).

Pero como es lógico todo experimento tiene su contraprueba. Para ello, las mismas carnes se colocaron en cajas pero esta vez cubiertas con una gasa, a fin de que también se produjese en ellas la putrefacción, pero las moscas no tuviesen acceso a ellas. Redi vio que evidentemente las carnes se corrompían, pero que no aparecía sobre ellas ninguna larva. También observo que las hembras de las moscas trataban de introducir la extremidad del abdomen por las mallas tratando de hacer pasar a través de esta sus huevos y también observo que algunas moscas no depositaban huevos, sino larvas vivas, dos de las cuales pudieron introducirse a través del tejido.

Redi también demostró que las moscas no cavan la tierra y que las lombrices de tierra en ningún caso se alimentan de los cadáveres enterrados.

Pero no fue hasta 1805 cuando Bergeret comienza a utilizar de una forma más o menos continua y seria la entomología como ayuda en la medicina legal. Él junto con Orfila y Redi realizan estudios que son el punto de partida para que Brouardel solicite el concurso de Megnin, quien amplio y sistematizo la entomología forense.

La primera publicación se realizo en "La Gazette hoddomaire de medicine et de chirugie" en un articulo titulado "De l'application de l'entomologie à la médecine légale", y después en una comunicación a la Academia de Ciencias, en 1887, bajo el titulo de "La Faune des Tombeaux".

Aunque, el autentico nacimiento de la entomología medico B legal tuvo lugar en 1894

con la publicación "La Fauna de los Cadáveres Aplicación de la Entomología a la Medicina Legal".

Los diferentes grupos de artrópodos fueron definidos por Megnin como "escuadrillas de la muerte". Y según este autor, estas escuadras son atraídas de una forma selectiva y con un orden preciso: tan preciso que una determinada población de insectos sobre el cadáver, indica el tiempo transcurrido desde el fallecimiento.

Estudios posteriores han demostrado que esto no es ni mucho menos tan exacto como pensaba Megnin y los primeros estudiosos del tema.

A pesar de los estudios realizados por Megnin y colaboradores la Entomología medico B legal se vio estancada desde finales del siglo XIX hasta mitad del XX por las siguientes razones:

A) Distanciamiento de la asociación de entomólogos con los médicos B legales.

B) El pequeño número de casos en que los entomólogos eran requeridos.

C) La falta de entomólogos especializados en el estudio sistemático y biológico de la entomología de los cadáveres. Pero a pesar de los inconvenientes expuestos anteriormente, en 1978 Marcel Leclercq publica Entomología y Medicina Legal, Datación de la Muerte, y posteriormente el inglés Smith en 1986 publica el Manual de entomología forense. Y es a partir de este momento, cuando la trayectoria de la Entomología Forense ha sido imparable; siendo muchos los autores que han dedicado su tiempo y conocimientos a estos estudios, e innumerables los casos policiales en los que han contribuido entomólogos para su esclarecimiento.

Por último, para concluir esta primera parte de datos generales deberíamos tener claro cuales son los principales objetivos de la Entomología Forense.

Los objetivos generales de la Entomología Forense son:

- 1) Datación de la muerte a través del estudio de la fauna cadavérica.
- 2) Determinación de la época del año en que ha ocurrido la muerte.
- 3) Verificar que un cadáver ha fallecido en el lugar donde ha sido hallado o ha sido trasladado hasta el mismo.
- 4) Dar fiabilidad y apoyo a otros medios de datación forense.

Para un investigador criminalista que se enfrenta a un cadáver son tres las preguntas fundamentales que se le plantean: Causa de la muerte y circunstancias en las que se produjo, Data de la muerte y Lugar en el que se produjo la muerte.

De estas tres cuestiones ("Causa", "Data" y "Lugar") los artrópodos poco o nada pueden aportar respecto a la primera, pues es la labor del forense establecer la causa de la muerte, sin embargo, tanto en la fijación del momento del fallecimiento como en la relativa a los posibles desplazamientos del cadáver si pueden ofrecer respuestas y, en muchos casos respuestas definitivas.

La muerte de un ser vivo lleva consigo una serie de cambios y transformaciones físico - químicas que hacen de este cuerpo sin vida un ecosistema dinámico y único al que van asociados una serie de organismos necrófagos, necrófilos, omnívoros y oportunistas que se van sucediendo en el tiempo dependiendo del estado de descomposición del cadáver. El estudio de esta fauna asociada a los cadáveres recibe el nombre de entomología forense.

La entomología forense o medico B legal, por lo tanto, es el estudio de los insectos asociados a un cuerpo muerto para determinar el tiempo transcurrido desde la muerte.

Este PMI o (intervalo postmortem) puede ser usado para confirmar o refutar la coartada de un sospechoso y para ayudar en la identificación de víctimas desconocidas enfocando la investigación dentro de un marco correcto de tiempo. Esta investigación puede llegar a ser vital en la investigación de un homicidio.

El problema de la determinación del tiempo transcurrido desde la muerte es complejo y debe ser tratado con mucha cautela, pues existen con frecuencia muchos factores desconocidos, que hacen difícil el llegar a unas conclusiones definitivas.

En general, el tiempo transcurrido desde la muerte es determinado por análisis de los restos a través de observación externa, control físico B químico y estimación del deterioro producido por el paso del tiempo en artefactos como ropa, zapatos, etc.

La observación externa incluye factores como temperatura del cuerpo, livideces cadavéricas, rigidez, signos de deshidratación, lesiones externas, acción por animales e invasión de insectos. El segundo método de datación incluye técnicas como, determinación de elementos químicos y compuestos como nitrógeno, aminoácidos y ácidos grasos.

La tercera técnica viene con la valoración del deterioro de tejidos plásticos, nylón y materiales semejantes.

Después de la muerte, hay dos grupos de fuerzas postmortem que cambian la morfología del cuerpo.

El primer grupo incluye aquellos factores que vienen desde fuentes externas como crecimiento bacteriano, invasión del cuerpo por los insectos y

mordeduras de animales. El segundo grupo está compuesto por factores que proceden del interior del cuerpo, como el crecimiento de bacterias intestinales que aceleran la putrefacción y la destrucción enzimática de los tejidos.

Los periodos más importantes en la descomposición de un cadáver son cuatro:

1º.- Periodo cromático.

-En esta fase se instaura la mancha verde en la fosa ilíaca derecha.

-Esto suele suceder a partir de 24 horas después del fallecimiento.

-Se empieza a ver el entramado venoso por la transformación de la hemoglobina.

2º.- Periodo enfisematoso.

-Aparecen los gases de putrefacción y el cadáver comienza a hincharse.

-Comienza el desprendimiento de la epidermis.

3º.- Periodo colicuvativo.

* Los tejidos se transforman en un magma putrilaginoso y desaparece su forma habitual.

4º.- Periodo de reducción esquelética.

-Desaparición de las partes blandas.

Todos estos periodos se encuentran afectados por una serie de factores que retardan o aceleran esta descomposición y que se trata de los siguientes:

- 1) Circunstancias de la muerte.
- 2) Condiciones del cuerpo anteriores a la muerte.
- 3) Temperatura.
- 4) Humedad.
- 5) Tipo de suelo en el que se produce la putrefacción.
- 6) Insectos.
- 7) otros animales.

Debido a la gran dificultad para calcular la tasa de descomposición por el crecimiento bacteriano, existe un gran número de estudios sobre el efecto de los insectos necrófagos en restos humanos encontrados al descubierto. En los cadáveres se produce una progresión sucesiva de artrópodos que utilizan los restos en descomposición como alimento y como extensión de su habitat. Esta sucesión de artrópodos es predecible ya que los estadios sucesivos de la putrefacción de un cadáver atraen selectivamente a cada especie. El papel de las diferentes especies de artrópodos es variable y no todas participan activamente en la reducción de los restos. Pues el 80% de los artrópodos encontrados en un cadáver son

insectos y pertenecen a dos ordenes Dípteros y Coleópteros.

Los diferentes tipos de artrópodos que llegan a un cadáver pueden clasificarse de la siguiente forma:

Especies necrófagas: son las que se alimentan del cuerpo. Incluye Dípteros (Calliphoridae y Sarcophagidae) y Coleópteros (Silphidae y Dermestidae).

Especies predatoras y parasitas de necrófagos: este es el segundo grupo más significativo del cadáver. Incluye Coleópteros como (Silphidae, Staphylinidae, y Histeridae), Dípteros (Calliphoridae y Stratiomyidae), y Hymenopteros parásitos de larvas y pupas de Dípteros.

Especies omnívoras: se incluyen aquí grupos como las avispas, hormigas, y otros escarabajos que se alimentan tanto del cuerpo como de los artrópodos asociados.

Especies accidentales: aquí se incluyen las especies que utilizan el cuerpo como una extensión de su habitat normal como por ejemplo Collembola, arañas y cienpies. Algunas familias de Ácaros pueden alimentarse de hongos y moho que crece en el cuerpo.

Existen dos métodos para determinar el tiempo transcurrido desde la muerte usando la evidencia de los insectos. El primero utiliza la edad de las larvas y la tasa de desarrollo. El segundo método utiliza la sucesión de insectos en la descomposición del cuerpo. Ambos métodos se pueden utilizar por separado o conjuntamente siempre dependiendo del tipo de restos que se estén estudiando. Por lo general, en las primeras fases de la descomposición las estimaciones se basan en el estudio del crecimiento de una o dos especies de insectos, particularmente Dípteros, mientras que en las fases más avanzadas se utiliza la composición y grado de crecimiento de la comunidad de artrópodos encontrada en el cuerpo y se compara con patrones conocidos de sucesión de fauna para el habitat y condiciones más próximas. Los parámetros médicos son utilizados para determinar el tiempo transcurrido desde la muerte cuando este es corto. Después de las 72 horas la entomología forense puede llegar a ser más exacta y con frecuencia es el único método para determinar el intervalo postmortem.

Existen casos de homicidios en que la víctima es trasladada o asesinada en lugares remotos que retrasa su hallazgo. Hay homicidios en que las víctimas tardan meses en ser descubiertas, y en estos casos es muy importante determinar el tiempo de la muerte.

Los insectos son con frecuencia los primeros en llegar a la escena del crimen y además llegan con una predecible secuencia, como ya se ha

indicado anteriormente (ANDERSON 1995).

Aunque es muy importante tener en cuenta, que la entomología forense está basada en el estudio de elementos biológicos, por lo que poseen las limitaciones inherentes a la propia variabilidad de estos elementos. Así la determinación del PIM es en realidad la determinación de la actividad de los artrópodos, más que la determinación del tiempo per se, transcurrido desde el momento de la muerte.(GOFF 1993).

Para una correcta estimación del intervalo postmortem (PMI) mediante la entomología hay que tener en cuenta que cada caso es único y diferente de los demás. Aunque el proceso siga una secuencia general de eventos. Esta secuencia general, es presentada por Catts en su monografía *A Entomology and Death: A Procedural Manual* y aquí realizo un breve resumen.

Es preciso determinar la fase o estado físico de descomposición en que se encuentra el cuerpo. Anotar cualquier indicio de perturbación o desmembramiento del cadáver que puede haber ocurrido después de la muerte. Si los insectos recogidos debajo de los restos no se corresponden con la observada en un análisis posterior, debe considerarse la posibilidad de que el cadáver haya sido trasladado después de producirse la muerte. Mediante estudios realizados localmente se puede prever los grupos de artrópodos que deben esperarse por el tipo de escena, periodo del año y estado de los restos. Los insectos y otros artrópodos recogidos en el área deben ser brevemente examinados por si existe algún tipo de agujero taxonómico (desaparición de un grupo determinado y/ o algún estadio de desarrollo). Si esto es percibido sería necesario un examen adicional tanto de los restos como de las áreas cercanas.

Los especímenes recogidos tanto de los restos como de la escena del crimen, deben ser clasificados lo más exactamente posible. Los estadios inmaduros frecuentemente deben ser criados hasta el estadio adulto para su correcta identificación. La conservación de estos estadios inmaduros debe realizarse correctamente para no afectar al tamaño que poseen en el momento de la recogida.. Una primera identificación de estos estadios nos puede ayudar a realizar una estimación preliminar de la data de la muerte. En muchos casos la identificación de determinadas especies requiere la colaboración de un experto en este determinado grupo. La distribución estacional, geográfica y ecológica de cada grupo debe ser determinada bien por la literatura o por alguna persona cualificada para ello.

En los cadáveres encontrados al aire libre, es imprescindible recolectar datos como la

temperatura, pluviosidad, nubosidad, etc además de factores como vegetación, arbolado, desniveles del terreno etc. Para las escenas en el interior es igualmente necesario anotar temperatura, existencia de calefactores automáticos, posición del cadáver en relación a puertas y ventanas, así como cualquier otro detalle que nos pueda dar información de como y cuando han llegado los insectos al cadáver.

Durante la autopsia es importante tomar nota de la localización exacta de los artrópodos en el cuerpo, de la causa y manera de la muerte. Así como de si existe evidencia de la administración antemorten de algún tipo de drogas o productos tóxicos dado que la presencia de este tipo de sustancias puede alterar la tasa de desarrollo y los patrones de insectos que se hayan alimentado de estos restos.

La estima del intervalo postmortem en los estadios más tempranos de descomposición puede ser realizada basandonos en los ciclos de desarrollo de las larvas de Dípteros. La forma más simple es calcular el tiempo requerido para alcanzar el estadio más maduro de desarrollo de las primeras especies presentes en el cuerpo, este sería el PMI mínimo. Este tiempo estaría basado en la consideración de todos los factores mencionados anteriormente que pueden afectar a la tasa de desarrollo. Además hay que considerar muchos factores que pueden retrasar la llegada de los insectos o actividad de los artrópodos (factores climáticos, envolturas de los restos, variaciones estacionales en poblaciones etc.). Cuando estos factores son considerados la estimación del PMI final puede ser mayor que el estimado para la fauna. Esto debe ser hecho para las especies y los especímenes si es posible

La muerte conlleva una pérdida de la temperatura del cuerpo, la cual se equilibra con el medio ambiente en 24 horas, siempre que la temperatura exterior no sea demasiado baja. Aparecen livideces en el cuello y las partes declives en la primera hora, mientras que la rigidez cadavérica se generaliza al cabo de unas siete horas para desaparecer según las circunstancias en dos tres o cuatro días.

En este momento en el que ningún olor parece emanar aún, es cuando el cuerpo atrae a las primeras oleadas de moscas. Las hembras a menudo llenas de huevos lamen la sangre u otras secreciones que rezuman de heridas o de orificios naturales, y después realizan la puesta antes que el cuerpo sea enterrado.

Como y cuando llegan estos insectos al cadáver y como se desarrollan en él, son las preguntas que debe hacerse toda persona que se interese por la entomología forense.

Las primeras oleadas de insectos llegan al cadáver atraídos por el olor de los gases

desprendidos en el proceso de la degradación de los principios inmediatos (glúcidos, lípidos y prótidos), gases como el amoníaco (NH₃), ácido sulfúrico (SH₂), nitrógeno libre (N₂) y anhídrido carbónico (CO₂). Estos gases son percibidos por los insectos mucho antes de que el olfato humano sea capaz de percibirlos, hasta tal punto, que en algunas ocasiones se han encontrado puestas en personas que aún se encuentran agonizando.

Tradicionalmente se refieren los Dípteros como los primeros colonizadores de un cadáver, donde estos insectos cumplen una parte importante de su ciclo vital. Ellos constituyen la primera oleada de necrófagos que aparece inmediatamente después de la muerte. Está representada por Dípteros pertenecientes a las familias Calliphoridae, Muscidae y la mayoría de las veces Sarcophagidae (figuras 1y2).

Estos Dípteros pertenecen a los Braquíceros, tienen un ciclo vital cuyas distintas etapas deben conocerse en su duración y características, con fines de datación.(Figura 3) Las hembras de estas familias suelen depositar sus huevos en los orificios naturales del cadáver tales como ojos, nariz, boca y oídos, así como en las posibles heridas que pudiese tener el cuerpo. La familia Sarcophagidae no pone huevos y su forma de reproducirse es depositar larvas vivas.

Los huevos son aproximadamente de 2mm de longitud, y poseen un corto periodo embrionario. El estadio de huevo suele durar unas 24 horas, siempre dependiendo de la especie.

Estas primeras puestas ya pueden proveer información al investigador, pues la disección de los huevos y el análisis de su estado de desarrollo embrionario puede delimitar el tiempo desde la ovoposición, y con ello el tiempo de la muerte.(Figura 4)

El número de huevos depende del estado nutricional de la hembra y de su tamaño corporal; existe una relación inversa entre el tamaño del huevo y el número de huevos por paquete (GREENBERG 1991).

Existen datos que indican que si dos cuerpos son expuestos a la vez, uno con heridas o traumas y otro sin ellos, el que presenta las lesiones se descompone mucho más rápidamente que el que no presenta traumatismos pues la mayoría de las moscas son atraídas por las heridas, donde tienen lugar muchas de las ovoposiciones más tempranas (MANN ETAL, 1990).

Tampoco hay que descartar como lugar de puesta la zona de contacto del cuerpo con el sustrato, posiblemente porque en esa zona es donde se acumulan los fluidos corporales, lo que provee una humedad adecuada, así como una temperatura más estable (ANDERSON & VANLAERHOVEN, 1996). Tampoco hay que

descartar como lugar de puesta la zona de contacto del cuerpo con el sustrato, posiblemente porque en esa zona se acumulan los fluidos corporales, lo que provee una humedad adecuada, así como una temperatura más estable (ANDERSON & VANLAERHOVEN, 1996).

Estos huevos puestos en un cadáver normalmente eclosionan todos a la vez, lo que da como resultado una masa de larvas que se mueven como un todo por el cuerpo (Gof & Lord 1994).

La duración de este periodo, depende de las condiciones ambientales del lugar, y oscila entre 2 y 73 horas tras la puesta.

Las larvas son blancas, cónicas, ápodas y formadas por 12 segmentos, nacen y se introducen inmediatamente en el tejido subcutáneo. Lo licúan gracias a unas bacterias y enzimas y se alimentan por succión continuamente.

En el interior de los primeros segmentos se puede apreciar el esqueleto cefalofaríngeo, en cuyo extremo anterior se encuentra la mandíbula. Este esqueleto cefalofaríngeo ofrece caracteres de diagnóstico de especie, pero varía en los diferentes estados de desarrollo de las larvas. El tercer segmento lleva en su borde anterior un par de espiráculos anteriores, que también varía de forma dependiendo de las especies.

El extremo posterior truncado o cóncavo lleva los espiráculos posteriores en placas espiraculadas bien esclerotizadas que también dan carácter de diagnóstico de familias, géneros y especies(Figura 5).

En los Dípteros de los que estamos tratando existen tres estadios larvarios:

Larvas en estadio I.- muy pequeñas, carecen de espiráculos anteriores y los posteriores tienen forma de V. El esqueleto cefalofaríngeo es aún muy delgado.

Larvas en estadio II.- los espiráculos anteriores ya están presentes; los posteriores poseen dos hendiduras. El esqueleto cefalofaríngeo posee unos pequeños garfios.

Larvas en estadio III.- poseen espiráculos anteriores, los posteriores ya poseen tres hendiduras. Esqueleto cefalofaríngeo con grandes garfios orales. En la mayoría de los Dípteros solo se pueden diferenciar las especies en este estado larvario.(Figura 6).

Otro carácter diagnóstico de las larvas son unas bandas espinosas que poseen algunas especies en ciertos segmentos, el que las bandas sean cerradas o abiertas por el dorso nos puede indicar de la especie de Dípteros de que se trata. En el último segmento determinadas especies

poseen una falsa pata carnosa que se denomina pseudópodo.

Cuando las larvas han finalizado su crecimiento, cesan de alimentarse y bien en los pliegues del cuerpo, de la ropa o alejándose del cuerpo, se transforman en pupa, para esto la piel de la tercera etapa se retracta y endurece formando una especie de tonelete duro y marrón.(Figura 7)

El crecimiento y la transformación en pupa varían además de en cada especie, con las condiciones exteriores y dependiendo de la causa de la muerte y tipo de alimentación.

Existen innumerables referencias de la temprana llegada de los Dípteros al cuerpo una vez acaecida la muerte; es más también existen referencias sobre la presencia de puestas en cuerpos aún con vida, bien por la existencia de heridas abiertas o por procesos inflamatorios purulentos (NUORTEVA, 1977).

Estas larvas que eclosionan en cuerpos con vida, en primer lugar se alimentan de los tejidos necróticos para seguir alimentándose de los vivos, causando las miasis.

Por lo tanto, la presencia de los Calliforidos en un cadáver reciente, es inevitable. Toda ausencia de huella de este paso, pupas vacías, adultos muertos, debe obligar a los investigadores a formular ciertas hipótesis:

a) Que el cadáver haya sido trasladado de lugar, y aún en este caso se encontraría algún resto de estos Dípteros.

b) Que el lugar del fallecimiento sea lo suficientemente oscuro e inaccesible a estos grandes Dípteros cosa poco probable pues los Calliforidos se encuentran dentro de las casas durante todo el año.

c) Que los restos de los Dípteros hayan desaparecido por la acción de los necrófilos (depredadores o parásitos de los necrófagos), o animales (aves insectívoras, hormigas, avispas,...) Lo que no ocurre prácticamente nunca de modo completo, a no ser que el intervalo postmortem sea muy largo. Aunque aún en este caso, hay que tener en cuenta que la cutícula de los artrópodos es prácticamente indestructible, pudiendo permanecer miles de años; se han encontrado pupas fósiles de Dípteros en el cráneo de un bisonte perteneciente al Cuaternario.

d) Que el cadáver haya sido impregnado con productos repugnatorios, que hayan impedido el acceso de las primeras oleadas de insectos. En este caso aparecerían en el cadáver restos de productos como arsénico, plomo o formol que se ha comprobado que evitan la presencia de los primeros necrófagos en el cadáver.

Entre la 8ª y la 10ª semana el cadáver entra en un estado conjunto de autólisis más putrefacción

dando lugar a los olores propios de la descomposición. Aparece entonces la segunda oleada de moscas: los dípteros Sarcófagidos (*Sarcophaga carnaria*, *S. erythrocephala*, *S. haemorrhoidalis*, *S. melanura*) que, además de los cadáveres, acuden a los excrementos y materia animales o vegetales en descomposición; Las larvas se desarrollan en unos 8 - 9 días y el periodo de pupa dura unos 8 días a una temperatura de unos 25°C.

El género *Sarcophaga* es una mosca gris de tamaño generalmente grande cuyo abdomen se encuentra decorado con manchas tornasoladas y contrastadas. El tórax presenta unas bandas longitudinales negras y grises muy características(Figura 8).

Los calliforidos pertenecientes a los géneros *Lucilia* (*L. Sericata*, *L. caesar* y *L. richardsi*), *Phaenica* (*Ph. Sericata*), *Chrysomyia* (*Ch albiceps*) y *Cynomyia* (*C. Mortuorum*) son activas a partir de los 13° C y realizan sus puestas principalmente en los pliegues del cuerpo, eclosionan entre las 10 y las 52 horas de la puesta, el crecimiento de la larva dura de 5 - 11 días y la pupación varía de forma importante ya que a unos 13°C dura entre 18 y 24 días mientras que a temperaturas de 130C dura entre 18 y 24 días mientras que a temperaturas de 311 C puede reducirse a entre 6 - 7 días.

Es importante señalar que mientras los Sarcófagidos pupan entre la ropa o en los pliegues del cuerpo los Calliforidos se entierran para realizar la pupación. En nuestro país, *Chrysomyia albiceps* aparece durante los meses de septiembre y octubre, *Sarcophaga carnaria* de marzo a noviembre y *Lucilia sericata* de abril a septiembre (Dominguez y Gómez 1963).

Los insectos de la tercera oleada, coleópteros del género *Dermestidae* (*Dermestes vulpinus*, *D. frischii*, *D. undulatus*) y el lepidóptero *Aglossa pinguinalis*, son atraídos al cadáver por la presencia del ácido butírico, atracción que puede producirse a grandes distancias.

Los adultos emergen al principio de la primavera. Abandonan su habitáculo de ninfa se aparean y vuelan en busca de cadáveres o de restos de animales. Las hembras hacen la puesta durante varias semanas entre 150 y 200 huevos en grupos de 2 a 10 en las fisuras de las materias nutricias. Estos huevos eclosionan según la temperatura entre 3 y 12 días después. Las larvas presentan un cuerpo alargado y progresivamente afilado por detrás, marrón rojizo, erizados de pelos cortos y largos y seis patas móviles. Su ciclo vital dura entre 4 y 6 semanas.(Figura 9) Es importante conocer, que estas especies dan una sola generación anual, dos en condiciones favorables y constantes a 18-20°C de temperatura y 70% de humedad.

Colonizan el cadáver entre los 3 y 6 meses después de la muerte, siempre dependiendo de la temperatura, son insectos que se alimentan especialmente de la grasa en descomposición, mudas y desechos de las escuadras anteriores. Estos coleópteros evolucionan sobre las grasas en fermentación al mismo tiempo que las orugas de una pequeña mariposa de género *Aglossa*, (*A. pinguinalis*).

Estos lepidópteros viven con mucha frecuencia en las cuevas, las bodegas, las plantas bajas deshabitadas y que se utilizan como almacenes de alimentación. Revolotean al amanecer desde la mitad de junio hasta septiembre. Las hembras hacen la puesta en varias veces, en los productos de origen animal olvidados. El olor rancio de las grasas descompuestas las atrae poderosamente.

Las orugas tienen un cuerpo gris, casi liso, brillante y una cabeza marrón rojiza. Desaparecen en el cuerpo, se alimentan un mes largo, después salen y se convierten en crisálidas durante 20 días en un capullo formado de restos diversos. La temperatura provoca su eclosión si es suave o la retarda hasta la primavera siguiente. Después de la fermentación butírica de las grasas aparece la fermentación caseica de los restos proteicos entre la 120 y la 200 semana. Son atraídas las mismas moscas que pueden acudir al producirse la fermentación del queso o del proceso del secado del jamón: la especie más importante es *Piophilina casei*, con un ciclo vital de unos 30 días. En este momento podemos encontrar otras moscas: *Fannia* (*F. scalaris*, *F. canicularis*, *F. incisurata*), *Drosophilidos*, *Sepsidos* y *Esferocéridos*.

Entre los coleópteros hacen su aparición los géneros *Necrobia* (*N. ruficollis* y *N. rufipes*) y *Corynetes* (*C. Genuiculatus*) con las mismas preferencias nutritivas que *P. casei*; el ciclo vital dura aproximadamente entre 25 y 35 días (Figura 10).

El siguiente proceso en aparecer es la fermentación amoniacal entre 200 y 320 semana. En este periodo van a visitar el cadáver los últimos grupos de moscas pertenecientes al género *Ophira* (*O. leucostoma*, *O. Cadaverina* y *O. antrax*) y al grupo de los Fóridos (*Triphleba trinervis*, *T. hyalinata*, *T. opaca*, *Diploneura abdominalis*, *Prora aterrina*, etc). Estos grupos de moscas viven habitualmente en nidos de pájaros, madrigueras de pequeños mamíferos, habitáculos de insectos sociales, etc.. Y se nutren a expensas de los restos alimenticios, excrementos o residuos orgánicos de sus hospedadores.

Formando parte de esta escuadra encontramos a los coleópteros necrófagos por excelencia, los pertenecientes a los géneros

Necrophorus (*N. Interruptus*, *N. vespilloides* y *N. vestigator*), *Necrodes* (*N. Littoralis*), *Shilpha* (*S. Puncticollis*), etc...(Figura 11).

Pertenecientes a la familia de los Estafilínidos aparecen las especies *Coprophilus striatulus*, *Omalium rivulare* y *Creophilus maxillosus*; Histéridos de los géneros *Hister* (*H. Bimaculatus*, *H. unicolor*, *H. ignobilis*) y *Saprinus* (*S. Semipunctatus*, *S. depressus*, *S semistriatus*).

Es curioso señalar que *Omalium rivulare* aparece en invierno, dato que puede resultar muy significativo en una investigación. Han pasado ya más de seis meses y entramos en la etapa de Desaparición de los restos con el cadáver prácticamente seco o con un grado de sequedad bastante importante; en este momento aparecen en el cadáver verdaderas masas de ácaros, generalmente de tamaño microscópico, que se cuentan por millares de individuos. Pertenecen a ocho o diez especies no bien conocidas. Los más estudiados son los que pertenecen al grupo de los Tiroglífidos (*Tyroglyphus siro*). En ocasiones pueden ser observados en el jamón muy seco, cecina u otros productos secos o ahumados.

Unos ácaros ponen huevos y otros son vivíparos. Las larvas tienen tres pares de patas y cambian varias veces de piel. Viven parásitos de los animales y plantas de cuyo jugo se alimentan. Presentan tres estados diferentes: larvas, ninfas y adulto.

Tras la desaparición de los ácaros el cadáver ya está completamente seco. Hacen entonces su aparición una serie de coleópteros que van a alimentarse de los restos de pelo, piel, uñas, ect., pertenecientes a los géneros *Dermestes* (*D. maculatus*), *Attagenus* (*A. verbasci*), *Rhizophagus*, *Philonthus*, etc.; también vuelven a aparecer algunas especies de Derméstidos que ya habían aparecido en la III oleada.(Figura 12) Aparecen también algunos lepidópteros con los mismos hábitos alimenticios en estado larvario: *Aglossa caprealis*, *Tineola bisselliella*, *Tinea pellionella* entre otros.

Entre el segundo y el tercer año de la muerte, en el cadáver no quedan más que escasos restos orgánicos, huesos y en su entorno restos de los artrópodos que lo han visitado. En este momento hacen su aparición tres especies de coleópteros muy característicos que se alimentan a base de estos residuos, *Ptinus brummeus*, *Trox hispanus* y *Tenebrio obscurus*. Pero no todos los cadáveres aparecen en tierra, pues frecuentemente aparecen cadáveres sumergidos en agua, tanto dulce como salada. La fauna cadavérica hídrica a la que hace mención por primera vez RAIMONDI Y ROSSI en 1888, no está estudiada como la fauna terrestre, debido a la dificultad que entraña su estudio.

No obstante PORTA en 1930 lleva a cabo una

serie de investigaciones que se esquematizan en el cuadro siguiente:

SUMERSIÓN EN AGUA DE MAR

Periodo cromático	Moluscos Crustáceos (escasos)
Periodo enfisematoso	Crustáceos (abundantes)
Periodo de disolución inicial	Peces Protozoarios Celenterados Crustáceos (excepcionalmente)

Periodo de disolución terminal

Peces

SUMERSIÓN EN AGUA DULCE.

Periodo cromático	Larvas de insectos Crustáceos Moluscos Sanguijuelas
Periodo enfisematoso	Larvas de insectos Moluscos (escasos) Crustáceos (abundantes)
Periodo colicuativo	Peces Sanguijuelas

Ya hemos hablado anteriormente de la importancia de la temperatura a la hora de la determinación del intervalo postmortem, pero existen otros factores importantes que hay que tener en cuenta aparte de la temperatura como el fenómeno de predatismo y canibalismo entre los insectos; una particularidad que no hay que dejar de tener en cuenta en entomología tanatológica es la existencia de insectos predadores, como hormigas y avispas, que en ocasiones capturan y destruyen las larvas de dípteros que se desarrollan en un cadáver, y al no quedar sino vestigios de las mismas, pueden llevar a confusión, si es que no dan origen a

interpretaciones o juicios erróneos.

Más de una vez nos hemos visto en la imposibilidad de hacer acopio de larvas a partir de cadáveres de animales, cuando estos se encontraban situados en lugares donde abundaban las hormigas. Aunque el fenómeno más interesante es el canibalismo existente entre larvas de especies vecinas que se encuentran en un momento determinado en un mismo lugar. Por ejemplo, las larvas de *Sarcophaga carnaria* pueden convivir con las de *Lucilia*, pero en un momento determinado, si escasea el alimento, estas últimas se pueden ver devoradas por las de *Sarcophaga*.

Todos los elementos citados anteriormente junto con algunos otros, habrán de ser tenidos en cuenta por el experto para así poder ofrecer conclusiones más fiables a la hora de presentar los resultados de la encuesta entomológica medico-legal.

ENCUESTA ENTOMOLÓGICA.

Protocolo de recogida de muestras

-Recolectar una muestra completa de todos los insectos o ácaros que se encuentren tanto encima como debajo del cadáver.

-Recolectar ejemplares tanto vivos como muertos, en estado adulto o larvario. Así como sus mudas.

-En cadáveres recientes, se buscarán los huevos y larvas pequeñas en orificios naturales así como en las posibles heridas.

-Las muestras se guardarán por separado y convenientemente rotuladas, si es posible indicando la zona de donde se obtuvieron.

-Parte de las larvas se sumergirán en alcohol de 70°C después de sumergirlas en agua hirviendo y es conveniente que otra parte se mantengan vivas, para su posterior desarrollo en el laboratorio.

-Los ácaros si los hubiese serán conservados en alcohol de 70°C.

-Se realizará una estimación de abundancia de cada muestra.

-Se precisarán los datos de fecha y lugar y metodológicos del entorno del cuerpo.

-Las muestras se enviarán al entomólogo en la mayor brevedad posible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTUNA, B.M. & INTRONA, F. 1982. A new possibility of applying the entomological method in forensic medicine: age determination of postmortem mutilation. *Med. Leg. Quad.*, IV n1: 127-130.

ANDERSON, G.S. 1995. The use of insects in death investigations: an analysis of cases in British Columbia over a

five year period. *Can. Soc. Forens. Sci. J.*, 28, 4: 277-292.

ANDERSON, G.S. 1996. The use of insects to determine time of decapitation: A case-study from British Columbia. *J Forensic Sci*; 42 (5): 947-950.

ANDERSON, G.S. & VANLAERHOVEN, 1996. Initial studies on insect succession on carrion in southwestern British Columbia. *Journal of Forensic Sciences, JFSCA*, 41, 4: 617-625.

BAUMGARTNER, D., 1987. Forensic entomology: criminal investigations utilizing insects. *Y.E.S. Quarterly* 4 (4): 8-10.

BERGERET, M., 1855. Infanticide, momification du cadavre. *Ann. Hyg. Leg.*, 4: 442-452.

BRAACK, L.E.O., 1981. Visitation patterns of principal species of the insect-complex at carcasses in the Kruger National Park. *Koedoe*, 24: 33-49.

CATTS, E.P., 1992. Problems in estimating the postmortem interval in death investigations. *J. Agric. Entomol.*, 9 (4): 245-255.

CATTS, E.P. & GOFF, M.L., 1992. Forensic entomology in criminal investigations. *Ann Rev. Entomol.*, 27: 253-272.

EASTON, A.M. & SMITH, K.G.V., 1970. The entomology of the cadaver. *Medicine, Science and the Law*, vol. 10: 208-215.

ERZINCLIOGLU, Z., 1989. Entomology, zoology and forensic science: the need for expansion. *Forensic Science International*, 43: 209-213.

GOFF, M.L., 1993. Estimation postmortem interval using arthropod development and successional patterns. *Forensic Sci. Rev.*, 5: 91-94.

GOFF, M.I. & FLYNN, M.M., 1991. Determination of postmortem interval by arthropod succession: a case study from Hawaiian Island. *Journal of Forensic Sciences*, 36, 2: 607-614.

GOFF, M.I. & LORD, W.D., 1994. Entomotoxicology: a new area for forensic investigation. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, (1): 51-57.

GREENBERG, B., 1990. Nocturnal oviposition behavior of flies (Diptera: Calliphoridae). *J. Meed. Entomol.*, 27 (5): 807-810.

GREENBERG, B., 1991. Flies as Forensic Indicators. *J. Med. Entomol.*, 28 (5): 565-577.

GREENBERG, B. & SINGH, D., 1995. Species identification of Calliphorid (Diptera) egg. *J. Med. Entomol.*, 32 (1): 21-26.

IINTRONA, F., SUMAN, T.W., & SMIALEK, J.E., 1991. Sarcosaprophagus fly activity in Maryland. *Journal of Forensic Sciences, JFSCA*, 36, 1: 238-243.

KOMAR, D. & BEATTIE, O., 1988. Postmortem Insect Activity May Mimic Perimortem Sexual Assault Clothing Patterns. *J Forensic Sci.*, 43 (4): 792-796.

KEH, B., 1985. Scope and application of forensic entomology. *Ann Rev. Entomology*, 30: 137-154.

LECLERCQ, M., 1987. Entomologie et Médecine Légale. Datation de la mort. *Collection de Médecine Légale et de Toxicologie Médicale*. N1 108. Masson.

LECLERCQ, M. & BRAHY, G. 1990. Entomologie et Médecine Légale. L=entomofaune des cadavres humains: sa succession par son interpretation, ses resultats, ses perspectives. *Journal de Médecine Légale. Droit Médical*, 36, n1 3/4: 205-222.

LORD, W.D. & BURGER, J.F., 1983. Collection and Preservation of Forensically Important Entomological Materials. *Journal os Forensic Sciences, JFSCA*, Vol 28, N1 4: 936-944.

LIU, D. & GREENBERG, B., 1989. Inmature stages of some flies of forensic importance. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 82 (1): 80-93.

MANN, R.W., BASS, W.M & MEADOWS, L., 1990. Time since death and decomposition of the human body: variables and observations in case and experimental field studies. *Journal of Forensic Sciences, JFSCA*, 35, 1: 103-111.

MÉGNIN, P., 1894. La fauna des cadavres. *Encyclopédie Scientifique des Aides. Memoire*. G. Masson, Gauthier-Villars et Fils.

NUORTEVA, P., 1977. Sarcosaprophagus insects as forensic indicators. En *Tedeschi, C.G., W.G. Eckert & L.G. Tedeschi* (eds). *Forensic Medicine: Saunders*.

PUTMAN, R.J., 1977. Dynamics of the blowfly, *Calliphora erythrocephala*, within carrion. *Journal of Animal Ecology*, 46,

3: 853-866.

REITER, C., 1995. Molting of blowfly larvae as an indicator in determination of the time of death. En B. Jacob & W. Bonte (eds) *Avances Forensic Sciences Vol.4*. Dr. Köster Verlag, Berlin.

RODRIGUEZ, W.C. & BASS, W.M., 1983. Insect Activity and its Relationship to Decay Rates of Human Cadavers in East Tennessee. *Journal of Forensic Sciences., JFSCA*. Vol. 28. (2): 423-432.

SMITH, K. G.V., 1986. A manual of forensic entomology. The Trustees of the British Museum (Natural History). London.

TANTAWI, T.I. & GREENBERG., 1993. The effect of killing and preservative solutions on estimates of maggot age in forensic cases. *Journal of Forensic Sciences, JFSCA*, 38, 3: 702-707.

TULLIS, K. & GOFF, M.L., 1987. Arthropod succession in exposed carrion in a tropical rainforest on O=ahu Island, Hawaii. *J. Med. Entomol.*, 24: 332-339.

LEYENDAS DE FIGURAS

Figura 1	Calliphora vicina
Figura 2	Musca domestica
Figura 3	Ciclo vital Dípteros
Figura 4	Puesta de Dípteros
Figura 5	Espiráculos posteriores
Figura 6	Desarrollo larvario
Figura 7	Pupas Calliphoridos
Figura 8	Sarcophaga carnaria
Figura 9	Larva Piophilidae casei
Figura 10	Tres estadios de Piophilidae casei
Figura 11	Silpha obscura
Figura 12	Estadios de Derméstidos

NOTAS PARA LA IDENTIFICACIÓN RECONSTRUCTIVA.

Roselló J.

El estudio Médicolegal de los restos óseos se puede definir como la actuación médico forense sobre los restos óseos humanos y su entorno, que incluye, además del proceso de identificación (sexo, edad, raza, talla y rasgos individuales) la determinación de la causa y circunstancias de la muerte.

Don Pedro Mata y Fontanet, Catedrático de Medicina Legal en la Universidad Complutense de Madrid (S. XIX), impulsor para la creación de un Cuerpo de Médicos Forenses. Definía la Medicina Legal como “un conjunto de conocimientos, no exclusivos de las ciencias médicas, que contribuyen a dar su debido valor y significación genuina a ciertos hechos en materia judicial y a la formación de ciertas leyes”. Autores como el Profesor Orfila realizaron estudios para, a partir del análisis de restos óseos, llegar a un conocimiento del sujeto vivo. No es pues el estudio del resto óseo una ciencia ni moderna, ni extraña a la Medicina legal.

En la mayoría de los casos los restos óseos de las víctimas y algunas de sus prendas personales constituyen la única evidencia para su identificación. De ahí la gran importancia de su estudio para ver de reconstruir la imagen biológica de la persona.

Imagen y variabilidad biológica que comprende: las características físicas, la forma del rostro, la estatura, las proporciones corporales, la lateralidad, el estado nutricional, las enfermedades pasadas que han dejado huella en el hueso y las posibles causas de muerte.

Igualmente es importante recoger toda la información consignada en las historias clínicas sobre tratamientos estomatológicos, intervenciones quirúrgicas, traumatismos antiguos y hábitos laborales que hayan transformado de un modo peculiar el hueso.

Pues el hueso como tejido y como órgano se ve afectado durante toda la vida del individuo tanto por factores endógenos, como exógenos. Entre los primeros (desordenes hematopoyéticos, alteraciones metabólicas y enfermedades infecciosas). Y entre los factores exógenos (los traumatismos, las marcas de estrés laboral, la nutrición y factores culturales).

Modificándose la estructura del hueso en el tiempo y en el espacio conforme a una serie de principios. Como son la variabilidad filogenética (la evolución), racial, sexual, ontogénica (durante su crecimiento y desarrollo), individual (según la intensidad y tipo de actividad) y cultural (prácticas

culturales arraigadas).

Frente a los restos óseos inicialmente se identifica la biología general del individuo que lo vincula como miembro de una población, con un sexo específico, una edad determinada, un patrón racial y unas características físicas detalladas. En lo que se denomina “la cuarteta básica de la identificación”. Posteriormente se procede al diagnóstico de la biología individual de la persona (anomalías óseas, enfermedades, estado de salud, hábitos de lateralidad y sí el cráneo se encuentra en perfecto estado se puede intentar una reconstrucción del rostro).

Es decir, como señalaba el Profesor Krogman Aque los huesos hablen y cuenten su historia@. Si bien, claro está, para ello hay que saber escucharlos y más cuando las actuaciones son ordenadas por una Autoridad Judicial.

Y para todo ello los restos óseos deben ser lo suficientemente representativos (completos y en buen estado de conservación), pues la validez de su interpretación está en relación con el número de observaciones realizadas y a la metodología aplicada.

DETERMINACIÓN DEL SEXO EN EL ESQUELETO.

Frecuentemente la determinación del sexo aparece como un juicio sumarial del material esquelético a los ojos del lector. Dándose los resultados sin la referencia de los criterios utilizados para su determinación. Si bien las conclusiones las da el perito, este debe emitir el dictamen de un modo motivado, citando los criterios utilizados para poder permitir futuras modificaciones y revisiones. Cuando no contra informes. Y si bien el estudio de los restos óseos, da juego para las más variadas y peculiares interpretaciones. Cuando del estudio Médicolegal del resto óseo se trata, se debe tener el más absoluto de los cuidados y prevenciones.

Los criterios para la determinación del sexo se pueden agrupar en cinco categorías, cada una de las cuales abarca un elemento diferente. Así, conforme a las directrices dadas por el Grupo de Trabajo de Antropólogos Europeos se estudian:

1. En la pelvis: Escotadura isquiática, ángulo subpúbico, arco ventral, estrecho superior, etc.
2. En el cráneo: Apófisis cigomática, apófisis

mastoides, órbitas, mentón, etc.

3. Las inserciones musculares en el cráneo: Cresta occipital, mastoides, etc.

4. Las dimensiones del esqueleto postcraneal: Diámetro de la cabeza del fémur, diámetro mínimo de la cabeza del húmero, longitud de la clavícula, etc.

5. Las inserciones musculares postcraneales: Línea áspera, tuberosidad anterior de la tibia, etc.

Igualmente, cuando se utilizan fórmulas de funciones discriminantes los resultados deben ser comunicados reflejando las fórmulas utilizadas.

De prácticamente todos los elementos del esqueleto se han sacado, con mayor o menor fortuna, datos para poder discriminar el sexo. Siendo el cráneo y la pelvis donde con sólo el examen externo puede indicarse con una gran certeza el sexo de la pieza. La determinación se hace más compleja en los huesos fetales e infantiles, así como cuando sólo se cuenta con fragmentos o huesos quemados. En algunos de estos casos los estudios del Ácido desoxirribonucleico serán los únicos que darán la respuesta.

Hooton en 1946 decía: "la determinación del sexo a partir del esqueleto post-craneal de adultos es fácil y segura en más o menos el 80 % de los casos, difícil pero posible en el 10 % y dudosa en el resto". Autores como Stewart, Krogman, Olivier y Hrdlicka, recalcan con insistencia que hay un margen de un 10-15 % y hasta un 20 % de error en la determinación del sexo, que disminuye a un 5 % cuando se dispone del esqueleto completo y en buen estado y aumenta cuando el hueso es escaso o está en muy malas condiciones.

Antes de pasar a tratar las características que sirven para determinar el sexo de un individuo hay que destacar una serie de puntos generales. Siempre se debe tener presente que el valor de determinadas características varía según el grupo humano que se esté estudiando. Así, el grado de desarrollo supraorbitario, que en Europa sirve para identificar los huesos procedentes de varones, puede encontrarse en un cierto número de mujeres entre los aborígenes de Australia o la robustez de los huesos femeninos aborígenes de Australia que puede ser mucho mayor de la que generalmente se encuentra en los pigmeos masculinos. En segundo lugar, se debe recordar que, tanto por lo que respecta a las medidas como a la forma general, a menudo hay una coincidencia considerable en el grado de variación que se encuentra en los dos sexos. Y otro factor que se viene a aumentar las complicaciones es la frecuencia con que los

restos de esqueletos son incompletos, lo cual tiene como consecuencia que haya que determinar el sexo de modo provisional y sobre la base, únicamente, de una o dos características.

Lo idóneo es disponer de una serie amplia de esqueletos bastante completos de un grupo étnico determinado, pues en la mayoría de los casos, sólo anotando la variabilidad que se da en la colección, puede alcanzarse un cierto grado de certeza en la determinación del sexo. Si con gran parte del material arqueológico existe el constante peligro de una determinación incorrecta del sexo, y de hecho Weiss afirmaba que hay un 12 % de apreciación subjetiva en favor de la identificación de los restos como masculinos, mayor precaución se deberá tener cuando se trata de Antropología Forense.

Seguidamente se describirán los caracteres a estudiar en el cráneo y en la pelvis.

CRÁNEO:

Tradicionalmente, el cráneo es lo más estudiado; de hecho, muchos de los conocimientos sobre la evolución humana están basados en fragmentos craneales. Del mismo modo la determinación del sexo de los cráneos se hace sobre bases morfológicas. La determinación mediante la impresión inicial, a menudo, es un factor decisivo, por ejemplo, un cráneo grande es, generalmente, de varón. Uno pequeño es de hembra. Las proporciones craneofaciales son, más o menos, las mismas, aunque el esqueleto facial de la mujer puede ser, relativamente, más grácil. La impresión general puede verificarse por la observación de la mandíbula, la apertura nasal, las órbitas, los huesos malares, los rebordes supraorbitarios, la glabella, el contorno de la frente, las apófisis mastoides, la cresta supramastoidea, la región occipital, el paladar, los dientes y la base del cráneo.

Puesto que varios de estos criterios son fenómenos relacionados con la edad, apareciendo o comenzando a pronunciarse en la pubertad, la descripción de las diferencias sexuales debería ser limitada a las edades comprendidas entre los 20 y los 55 años. Siempre que se trate de determinar el sexo en un cráneo, debe tenerse presente que los rasgos pueden estar atenuados en el varón a causa de la edad; lo que aparentan ser rasgos femeninos son en realidad rasgos juveniles. Por el contrario, en los cráneos de los viejos, los rasgos vuelven a suavizarse, lo que puede ser otro motivo de confusión. Lo mismo que las diferencias sexuales

son menos marcadas en el vivo hasta la pubertad, vuelven a serlo después del climaterio. Desde la pubertad hasta la madurez, lo mismo sucede en el vivo en todo su organismo, también en los huesos se establece un fuerte dimorfismo sexual. Además del fenómeno de la edad, la naturaleza biológica (genética racial) de un espécimen representa un importante papel en la formación del dimorfismo sexual en el esqueleto.

REGIÓN FRONTOFACIAL.

Figura 1.

1. Contorno del hueso frontal: en las mujeres es más alto, más liso (suave), más vertical y puede ser redondo en el punto de protusión delantera.

2. Glabella: o protuberancia frontal media parece ir al mismo paso que el arco supraorbitario. Una glabella grande se asocia, frecuentemente, con los varones. El rango de variación es mayor en la glabella que en los arcos supraorbitarios.

3. Arcos supraorbitarios: o superciliares son casi invariablemente mucho más fuertes y desarrollados en el varón que en la mujer. En los primeros se clasifican de desarrollo moderado a excesivo. En las mujeres como de trazo simple a moderado.

4. Órbitas: en la mujer son más altas, más redondeadas y relativamente mayores, comparadas con el esqueleto facial superior. Los bordes de las órbitas son más cortantes, menos redondeados, en las mujeres que en los varones.

5. Apertura nasal: el Orificio nasal anterior o Apertura Piriforme en el varón es más alta y más estrecha, y sus márgenes son cortantes y bien redondeados. Los huesos nasales del varón son más largos y tienden a encontrarse en la línea media, en un ángulo más agudo.

6. Huesos malares: o Cigomáticos son más robustos en los varones y más ligeros en las mujeres. En los varones, estos huesos se describen como medianos y sólidos; en las mujeres, más finos.

7. Mandíbula: en el varón es más larga y espesa, con un cuerpo más alto, especialmente en las sínfisis, y con unas ramas ascendentes más anchas. El ángulo goniaco (gonial), formado por el cuerpo y las ramas, es menos obtuso (por debajo de 125 grados). Los cóndilos son más largos y el mentón es "cuadrado".

8. Paladar óseo: es normalmente más largo y ancho en el varón. El arco del paladar tiende más hacia una U cerrada; en la mujer da lugar a una figura parabólica.

REGIÓN LATERAL DEL CRÁNEO:

Figura 2.

1. Apófisis Mastoides: son mayores en el varón y el rango en el tamaño es de mediano a grande. En la hembra es de pequeño a mediano.

2. Cresta Supramastoidea: que se halla a continuación de la apófisis cigomáticas, suele estar bien desarrollada en el varón; lisas y menos macizas en las mujeres.

REGIÓN OCCIPITAL:

Figura 3.

1. Protuberancia occipital externa: es mucho más larga en los varones.

2. Líneas nucas: son mucho más evidentes y marcadas en los varones.

Las ilustraciones ayudarán a dar una gradación numérica a las variaciones de algunos de los signos morfológicos descritos. Los códigos posibles son cinco: 0 = sexo indeterminado; 1 = mujer; 2 = probable mujer; 3 = incierto; 4 = probable varón; 5 = varón.

Figura 4.

tabla 1 y 2.

Seguidamente se recoge una relación de las diferencias sexuales más significativas en el cráneo:

Tabla 3.

Figura 4. Elementos diferenciales del sexo más significativos.

De un modo general y ya como resumen puede distinguirse el cráneo masculino del femenino atendiendo a los siguientes detalles:

1.- Por lo general es mayor y más pesado.

2.- Los rebordes para las inserciones musculares,

tales como las líneas temporales y las crestas occipitales son mayores.

3.-Los rebordes superciliares son más prominentes y los senos frontales mayores.

4.-La protuberancia occipital externa y la apófisis mastoides están más desarrolladas.

5.-El margen superior de la órbita es más redondeado.

6.-El hueso palatino es mayor.

7.-Los dientes son a menudo mayores (diámetros coronarios mesiodistal y bucolingual).

8.-La raíz posterior de la apófisis piramidal se extiende algo más allá del conducto auditivo externo formando un reborde bien definido.

9.-El maxilar inferior es más robusto, con unas regiones goniales más desarrolladas y destacadas.

10.-La rama del maxilar inferior es más ancha y prolongada en los hombres, con una apófisis coronoides mejor desarrollada.

11.-Por último, el cráneo masculino es más redondeado, mientras que el femenino tiende a conservar la forma adolescente.

PELVIS:

No cabe duda de que la pelvis proporciona la información más fiable de cara a la determinación del sexo, y es probable que pueda alcanzarse un 90 a un 95 % de exactitud en la identificación diferencial.

Al conjunto óseo compuesto por el hueso sacro, los dos huesos coxales o iliacos o innominados y el hueso cóccix también se le denomina cintura pelviana. El hueso iliaco se compone de tres huesos: el ilion, el isquion y el pubis. VERNEAU observó que las dimensiones verticales de la pelvis son mayores en el varón y que las horizontales son mayores en las mujeres.

PUBIS:

Las zonas a estudiar, localizadas en la zona del círculo de la ilustración de la izquierda, son:

Figura 5. Zona del hueso objeto de estudio.

- El reborde o cresta anterior de la carilla de la sínfisis del pubis. Que forma un arco ventral en la mujer y es una cresta fina en el varón. En visión anterior.

- En visión posterior de la rama descendente (inferior) del hueso pubis. En la mujer hay una concavidad.

- En visión medial de la rama descendente del pubis. Examinar su grosor, es fina en la mujer y ancha en el varón.

Figura 6.

Figura 7.

Figura 8.

De los tres signos, el arco ventral es el más fiable, y la anchura de la rama descendente del pubis el menos.

ESCOTADURA CIÁTICA MAYOR.

La abertura de la escotadura ciática mayor es una de las características más importantes para la determinación del sexo en la pelvis. VERNEAU (1875) observó sus variaciones sexuales señalando que es más estrecha en el varón que en la mujer y que en ésta no es tan profunda.

Figura 9.

Se puede establecer una escala en cinco grados, no habiendo dudas en la determinación del sexo en los grados extremos (el 1 es mujer y el 5 varón).

Figura 10.

Figura 11.

HUESO SACRO.

El masculino, generalmente, es más estrecho que el femenino y más alargado. En los varones suele tener 5 segmentos, debido a la sacralización de la 5^a lumbar. Mientras que el femenino es más corto, más arqueado en sentido antero-posterior y más ancho (PLATIHIERICO). En las mujeres, aunque también puede aparecer una sacralización del cóccix, es un hecho menos frecuente. La curva del sacro es menos pronunciada en la mujer que en el hombre, siendo mayor en el varón y más regularmente distribuida; mientras que en la mujer la curvatura está muy marcada entre S-1 y S-2 y entre S-3 y S-5. El ángulo sacro vertebral es marcado en la mujer. La

superficie articular superior del sacro es mayor en el varón que en la mujer.

Así los elementos utilizados para la determinación del sexo en la pelvis pueden dividirse en 2 grupos:

I. Los que dependen del examen visual.

Las características que, con mucho, tienen mayor valor diagnóstico para el examen son las que permiten establecer la clasificación sexual mediante la inspección del hueso. Las diferencias a observar aquí se relacionan con el hecho de que la pelvis femenina está especialmente adaptada para el alumbramiento, por lo que hay una acomodación mayor en su interior que en la del hombre, al tiempo que su profundidad relativa es menor. Los puntos morfológicos son los siguientes:

a)-d) de menor valor.

- a) En su conjunto, la pelvis masculina es más robusta, con impresiones musculares bien marcadas.
- b) La profundidad de la sínfisis del pubis es por lo general mayor en el hombre.
- c) La cavidad cotiloidea es mayor en el hombre.
- d) El agujero obturador tiene mayor tamaño en el hombre y presenta un contorno más bien oval, mientras que en la mujer es menor y de una forma más triangular.

e)-f) de gran valor.

- e) La escotadura ciática es más estrecha y profunda en el hombre. Aún cuando ésta sea una excelente característica diagnóstica en todos los grupos humanos, se producen variaciones en la forma general de la escotadura.
- f) El surco preauricular se halla presente de una manera más constante en el ilion femenino, aun cuando a veces esté poco desarrollado o sólo exista en uno de los lados. A este surco se le ha llamado diferencia "innata" (Imrie y Wyburn, 1958). Por otra parte, Houghton (1947) considera que hay dos formas de "surco", una de las cuales señala la inserción de la parte ventral del ligamento sacroiliaco, mientras que la otra es puramente femenina. La cual se produce como consecuencia de los cambios que pueden ocurrir en el asiento de la inserción de los ligamentos articulares pelvianos durante el embarazo y el alumbramiento.

II. Las dimensiones mensurables.

También se han expresado las diferencias existentes entre algunas porciones de la pelvis

masculina y femenina en términos métricos. Las principales entre estas diferencias son las siguientes:

- a) Un ángulo subpubiano de 90° o más suele ser indicativo del sexo femenino.
- b) El índice isquiopúbico es inferior en el hombre. Este índice se estableció para sustituir al ángulo subpubiano.
- c) El ángulo de la escotadura ciática (estimado sobre la base del trazado del perfil) es mucho menor en el hombre. Este método de discriminación sustituye al examen visual de la zona.

Tabla 4.

Finalmente se recogen de un modo más exhaustivo las diferencias sexuales más significativas entre varón y mujer:

Tabla 5

CICATRICES DE PARTO.

Se estudian en la cara interna del hueso pubis y en el surco preauricular del hueso ilion.

1. Cara interna del hueso pubis:

Frecuentemente aparecen en la cara interna o ventral del pubis. A pesar de la elasticidad de los tejidos femeninos, después de cada gestación con parto vaginal, son frecuentes las lesiones en los ligamentos que unen los bordes de la sínfisis del pubis, de tal forma que se producen hemorragias y magulladuras seguidas de necrosis óseas asépticas y, a veces, de quistes mucosos. Resultando una cicatrización posterior en las zonas óseas de inserción de los ligamentos, lo cual deja uno o varios hoyos o depresiones, surcos irregulares a unos 10 mm del borde de la sínfisis en la cara posterior del pubis. No obstante, hay mujeres que a pesar de haber tenido repetidos partos, no han sufrido este tipo de lesiones. Pero cuando ocurre suele ser signo indicativo de sexo femenino y paridad o multiparidad. El tamaño de estas cicatrices es variable, desde pequeñas irregularidades en la superficie interna del pubis, hoyuelos de 1 mm de diámetro y 0.5 mm de profundidad, con perímetros circulares u ovals, hasta depresiones de más de 2 mm de profundidad. También se han observado que como consecuencia de embarazos y partos, la aparición de exóstosis en la superficie interna del pubis y en la espina del pubis.

Se debe tener en cuenta que, aunque raras veces, este tipo de lesiones puede aparecer en

varones. Por ejemplo en varones obesos, atletas, bailarines, corredores de motocicleta, en los que el brusco estiramiento de los músculos rectos del abdomen puede producir desgarros de este tipo con necrosis aséptica, resultando una cicatriz similar.

2. Surco preauricular del hueso ilion: el surco preauricular se hunde más, se hace más profundo y amplio surgiendo crestas en sus bordes como consecuencia de los partos múltiples y laboriosos.

CINTURA ESCAPULAR Y PARRILLA COSTAL:

Clavícula.

Aún cuando este hueso no proporciona ningún dato que permita establecer un criterio absoluto para la diferenciación sexual, se puede anotar que la clavícula masculina es por lo general más robusta y 10 mm más larga que la femenina. En el varón suele ser más robusta y larga que en la mujer. Cuando la longitud es superior a 150 mm, puede decirse que es un varón. Pero si está por debajo de 138 mm o menos de 150 mm suele tratarse de una hembra. En el varón el peso es superior. Cuando el peso es mayor de 20 gr es indicativo de varón. Existen variaciones en las dimensiones de las clavículas. Variaciones relacionadas con el tipo de trabajo realizado desde jóvenes.

Esternón.

En el varón, el cuerpo o mesoesternón es por lo menos dos veces más largo que el manubrio, mientras que su longitud es relativamente menor en la mujer. Probablemente este hecho tiene una exactitud superior al 50 %. En los esternones europeos, la longitud combinada de la línea media del manubrio y el mesoesternón suele ser de 149 mm o algo más en los hombres, algo menor en las mujeres. Longitud del cuerpo para varones es de 106-110 mm, y de 52-54 mm la longitud del manubrio. Mientras que para las mujeres son 47-50 mm para el manubrio y de 89-92 mm para el cuerpo.

Costillas.

En el varón el tórax está más desarrollado. En la mujer son más gráciles, siendo la altura media de la costilla femenina menor. El espesor también es menor. En los cartílagos costales se puede determinar también el sexo; la calcificación de estos cartílagos progresa con los años, adoptando una disposición central en las mujeres y una disposición periférica en los varones.

Omóplato.

El omóplato o escápula del varón difiere por

término medio del de la mujer en cuanto al tamaño, las proporciones entre sus distintas dimensiones y la forma. El de la mujer es más grácil, menor y menos robusto. La cavidad glenoidea es más ancha en el varón (30 mm o más). La altura, cuando mide menos de 144 mm es de mujer; y de varón cuando pasa de 157 mm. La espina escapular es más débil en la mujer mientras que el acromion es más robusto en el varón.

Vértabras:

Atlas.

Se determina del sexo según el Índice de Baudouin, el cual demuestra que en los varones la anchura del atlas es mayor que en las mujeres, lo que no se debe a un mayor diámetro del canal medular sino al mayor espesor de las apófisis transversa. Por ello se dice que es la vértebra sexual por excelencia. La anchura total del atlas varía de 74-90 mm en los varones, con una media de 83 mm. Mientras que en las mujeres es de 72-65 mm. El diámetro anterior posterior varía en el varón entre 43-58.8 mm, y en la mujer de 43-45.3 mm. El tubérculo del arco anterior así como el del posterior están más desarrollados y son más prominentes en el atlas masculino. La rama anterior de las apófisis se aplana de arriba abajo en el varón, mientras que en la mujer continúa en dirección al arco anterior y se aplana de atrás adelante. Las cavidades glenoideas en el varón tienen forma de zapatilla.

Huesos largos:

Se resume el valor de los huesos largos para la determinación sexual diciendo que en el varón son más largos, más pesados y que poseen mayores zonas de inserción muscular (tales como la línea áspera, las crestas, las tuberosidades y las impresiones). Considerándose, además, que la diferencia sexual más constante e importante se encuentra en las regiones articulares. Estos comentarios tienen validez cuando se trata de determinar el sexo en una serie. Pero si solamente disponemos

de uno o dos huesos largos (o fragmentos) puede resultar difícil sacar ninguna conclusión a menos que el hueso muestre indicaciones muy claras de masculinidad o de femineidad.

A. Miembro superior.

1. Húmero: una diferencia sexual muy importante es el diámetro de la cabeza del húmero. Cuando mide menos de 35 mm es de mujer. Cuando mide 40 mm o más es de varón. En la zona intermedia o dudosa de 35-40 mm puede ser tanto de varón como de mujer. El diámetro bicondíleo (de la extremidad distal del húmero) es mayor en el varón. Suele ser 20 para varones y 19 para mujeres. Ocasionalmente, en la hembra aparece una variación anatómica como es el agujero o perforación olecraneana, cuyo diámetro oscila desde 1 mm hasta 10 mm o más. Este agujero pone en comunicación las fosas olecraneana y coronoides. Su incidencia es del 10 al 11 % en mujeres (uni o bilateral) y del 3 al 5 % en varones (uni o bilateral).

2. Cúbito: en las mujeres la longitud es el 85 % de la del cúbito de varón. La longitud máxima en las mujeres es inferior a 230 mm y en el varón es superior a 265 mm existiendo entre ambas una zona de solapamiento que puede ser tanto de varón como de hembra.

3. Radio: en las longitudes del radio se señala como límites para la mujer de 215 mm o menos, y para el varón 250 mm o más. El radio femenino es el 87 % del radio masculino, siendo la mayor diferencia sexual la que se encuentra en el diámetro de la cabeza del radio, tanto en esqueletos medievales o prehistóricos como en recientes. Cuando mide 20 mm o menos es de mujer. Si mide más de 20 mm es de varón. La cresta interósea es más fuerte en el varón y la robustez es también mayor. La tuberosidad del radio está más desarrollada en el varón que en la hembra.

B. Miembro inferior.

Figura 12.

1. Fémur: como en el caso de la pelvis, los juicios diferenciales se han establecido tanto en el terreno morfológico como en el métrico. En las series de fémures pequeñas, las observaciones son suficientes como prueba de apoyo para determinar el sexo. En los varones, el hueso en su conjunto es por lo general mayor, siendo más marcada la diferencia en la cabeza y en los cóndilos distales. El cuerpo o diáfisis es más ancho (en sección) y más grueso, mostrando una línea áspera más prominente. Desde el punto de vista métrico se ha estimado de valor un cierto

número de características: el diámetro vertical de la cabeza del fémur y la anchura bicondilar del extremo distal constituyen las dimensiones de determinación sexual más fiables.

2. Tibia: la diferencia suele variar de 5-30 mm siendo el 92 % la longitud femenina de la masculina. El grado de PLATICNEMIA es mayor en el varón. El diámetro transversal de la epífisis superior también presenta diferencias sexuales. Así, las tibias de menos de 320 mm de longitud son femeninas y las mayores de 380 mm masculinas. Entre 320 y 380 mm es zona de solapamiento.

3. Peroné: su longitud, robustez y diámetros antero posteriores y transversos suelen ser mayores en el varón (longitud: entre 318 y 413 para varones y entre 283 y 376 mm para mujeres). El diámetro transversal de la diáfisis para mujeres tiene un promedio de 8.8 mm y para varones de 12 mm.

ESTUDIO DE LA TALLA EN LOS RESTOS OSEOS.

La estatura o talla se define como la altura comprendida entre vértex (punto más elevado de la cabeza) y el suelo.

El estudio de los huesos con el fin de conocer la talla del sujeto se inició por el Profesor de Anatomía Dr. Sue de París en el siglo XVIII. La sistemática seguida desde entonces ha consistido en poner en relación la longitud de esqueletos completos con la de los huesos largos y así crear tablas y formulaciones matemáticas con las que poder averiguar la talla cuando sólo se conoce la longitud de un hueso aislado o incluso cuando sólo hay fragmentos.

El problema que se plantea con las tablas es el sesgo de las mismas, lo cual limita enormemente su aplicación y extrapolación, ya que se debiera disponer de tablas para las distintas poblaciones. Para la presente se seguirá la brillante Tesis doctoral de la Dra. M. C. De Mendonça gracias a la cual ya se dispone en nuestro medio de unas tablas más adecuadas para la determinación de la talla.

Así, para el cálculo de la talla es necesaria, de acuerdo con las poblaciones a las cuales los restos esqueléticos pertenecen, la consulta de tablas o la aplicación de fórmulas regresivas creadas para ese efecto.

La utilización de estos métodos levanta una serie de cuestiones prácticas. Pues en todos los estudios publicados hasta la fecha, la falta de material esquelético reciente y bien documentado ha limitado la evaluación de las tendencias seculares impuestas por la evolución de las poblaciones en lo referente a la talla que, como se sabe, ha sufrido alteraciones a lo largo del tiempo. La estatura de las poblaciones actuales revela los efectos de un mundo en profundo cambio, debido a mayor movilidad, a intercambios genéticos, a mejoría general de la alimentación, a progresos médicos y a diferentes factores ambientales de estrés. De este modo, los estudios efectuados en poblaciones no recientes no reflejan, o no explican, la realidad actual y mucho menos permiten una previsión futura.

Se debe tener en cuenta, además, que el incremento actual de la estatura de las poblaciones influye en las proporcionalidades longitudinales del cuerpo. Los estímulos exógenos que actúan preferentemente influyendo sobre el crecimiento durante los primeros años de vida, teniendo en cuenta que es en esos momentos que el crecimiento longitudinal de los huesos alcanza mayor actividad, promueven el alargamiento de los miembros, especialmente de los inferiores, modificando de forma sustancial las proporciones corporales. Así, los resultados de

las relaciones establecidas hace muchos años pueden dar, cuando aplicadas en nuestros días, resultados falsos.

Por otro lado, las fórmulas y las tablas son estructuradas con base en determinados grupos poblacionales de determinadas regiones geográficas, por lo que los factores raciales y ambientales de la población que se pretende estudiar pueden introducir variaciones significativas en los resultados.

Se debe utilizar siempre la fórmula o la tabla más apropiada para los huesos que estamos estudiando. Lo ideal será aplicar una regresión derivada de esa misma población. Sin embargo eso no siempre es posible, puesto que no existen ecuaciones actualizadas creadas para todos los grupos poblacionales.

Así, podemos estar seguros de que los resultados de la determinación de la talla a partir de la longitud de los huesos largos serán tanto más fiables cuanto más cercanas las poblaciones que pretendemos estudiar con las utilizadas en la creación del método que vamos aplicar. Esta similitud entre las poblaciones no debe ser sólo racial, étnica o ambiental, sino también temporal. La existencia de una marcada diferencia sexual en la determinación de la talla implica que se debe, siempre que sea posible, identificar primero los huesos en cuanto al sexo.

Otra precaución más a tener en cuenta en la aplicación de estos métodos es que las mediciones de los huesos largos deben hacerse exactamente de la misma manera que el autor del método que vamos a utilizar especificó.

En Portugal como en España la determinación de la talla de restos esqueléticos a partir de la longitud de los huesos largos se ha hecho mediante la aplicación de métodos referidos a poblaciones extranjeras, cuya aplicabilidad a las respectivas poblaciones levanta serias dudas sobre la fiabilidad de los resultados.

Las fórmulas regresivas y tablas de consulta, de la Dra. MC De Mendonca, para determinación de la talla a partir de la longitud de los huesos largos están basadas en la población portuguesa actual. Dada la proximidad geográfica y las eventuales similitudes raciales entre las poblaciones portuguesa y española, se podrán aplicar también en España.

La aplicación de este método permite determinar la estatura de un individuo en estado más o menos esqueletizado a partir de la longitud del húmero o del fémur.

TÉCNICA DE MEDICIÓN DE LOS HUESOS LARGOS.

1. Húmero.

Figura 22

Longitud total (LTH) Para esta medición, el hueso se coloca en la tabla osteométrica sobre su cara anterior, o sea, con la cabeza y la fosita olecraniana mirando al observador, alineado perpendicularmente al tope de la tabla. La longitud total se mide desde el punto más proximal de la cabeza hasta el punto más distal de la tróclea.

2. Fémur.

Figura 23

Longitud fisiológica (oblicua o bicondílea) - Para esta medición el hueso se coloca en la tabla sobre su cara anterior, o sea, con la cabeza y la superficie poplítea mirando al observador y con los dos cóndilos apoyados en el tope de la tabla. La longitud fisiológica se mide desde el punto más proximal de la cabeza hasta el punto más distal de ambos cóndilos.

Figura 24

Longitud perpendicular (máxima) - Para la medición de esta longitud el hueso se coloca también en la tabla sobre su cara anterior, o sea, con la cabeza y la superficie poplítea mirando al observador, alineado perpendicularmente al tope de la tabla, únicamente con el cóndilo medial apoyado en ese tope. La longitud perpendicular se mide desde el punto más proximal de la cabeza hasta el punto más distal del cóndilo medial.

Fórmulas regresivas.

Estas son las fórmulas regresivas obtenidas para cada sexo y para cada longitud de hueso. El resultado de la ecuación entre paréntesis nos da el valor predicho de la talla seguido del intervalo de confianza al 95% para esa estimación.

Mujeres:

TALLA = $[64.26 + 0.3065 \text{ LTH}]$ " 7.70
TALLA = $[55.63 + 0.2428 \text{ LFF}]$ " 5.92
TALLA = $[57.86 + 0.2359 \text{ LPF}]$ " 5.96
TALLA = talla que pretendemos estimar (cm)

Varones:

TALLA = $[59.41 + 0.3269 \text{ LTH}]$ " 8.44
TALLA = $[47.18 + 0.2663 \text{ LFF}]$ " 6.90
TALLA = $[46.89 + 0.2657 \text{ LPF}]$ " 6.96
TALLA = talla que pretendemos estimar (cm)

[LTH = longitud total del húmero (mm)

LFF = longitud fisiológica del fémur (mm)
LPF = longitud perpendicular del fémur (mm)]

TABLAS DE CONSULTA

Las tablas de consulta se crearon a partir de las fórmulas regresivas enunciadas atrás. Los valores de la talla predicha obtenidos en la tabla nos indican el valor medio de la misma.

tabla 6

tabla 7

No debemos olvidar que, al valor de la talla media estimada que obtenemos en la tabla, es necesario atribuir siempre un intervalo de confianza que es específico para cada hueso y para cada sexo. Estos intervalos de confianza son los siguientes:

Intervalos de confianza

Para mujeres:

HÚMERO - Longitud total: TALLA " 7.70
FÉMUR - Longitud fisiológica: TALLA " 5.92
FÉMUR - Longitud perpendicular: TALLA " 5.96
En centímetros.

Para varones:

HÚMERO - Longitud total: TALLA " 8.44
FÉMUR - Longitud fisiológica: TALLA " 6.90
FÉMUR - Longitud perpendicular: TALLA " 6.96
En centímetros.

TABLA DE ORFILA

A finales del siglo pasado ya señaló las limitaciones de los estudios de la época pues al poner en relación la longitud de huesos con la del esqueleto halló diferencias significativas para una misma longitud ósea. Midió diez esqueletos y cincuenta y un cadáveres.

tabla 12

TABLAS DE ROLLET

En 1888 siguió el procedimiento de Orfila estudiando cincuenta cadáveres de mujer y otros cincuenta de varón, variando la edad. La medición del fémur la realizó utilizando la longitud máxima y no la fisiológica.

Tabla 13

Tabla 14

MANOUVRIER:

tabla 15

tabla 16

TROTTER Y GLESSER

tabla 17

tabla 18

tabla 19

tabla 20

TABLAS DE TELKKÄ:

En 1950, realizadas a partir de esqueletos finlandeses, 115 varones y 39 mujeres.

tabla 21

tabla 22

Nota final:

Las anteriores notas se han realizado a partir de la siguiente bibliografía:

Bonnet EFP. Medicina Legal. 20 edición. Buenos Aires: López Libreros Editores; 1980.

Brothwell DR. Desenterrando huesos. México DF: Fondo de Cultura Económica; 1987.

Buikstra JE, Ubelaker DH. Standars for data collection from human skeletal remains. Arkansas Archeological Survey Research Series n1 44. 1994.

Feneis H. Nomenclatura anatómica ilustrada. Barcelona: Salvat Editores SA; 1974

Gisbert Calabuig JA. Medicina legal y toxicología. 50 edición. Barcelona: Masson SA; 1998.

Krogman WM, Iscan MY. The human eskeleton in Forensic medicine. Springfield: Charles C Thomas Publisher; 1986.

Macchiarelli L, Feola T. Medicina legale. Turín: Edizioni Minerva Medica; 1995.

Moore Janssem PH, Jantz RL. Data Collection Procedures for forensic Skeletal Material. Report of investiagations N1 48. Departament of Antropology. University of Tennessee, Knoxville. 1989.

Nunes De Mendonça MC. Contribución para la identificación humana a partir del estudio de las estructuras óseas [tesis doctoral/dissertation]. Madrid: Facultad de Medicina de la Universidad Complutense; 1998.

Prieto Carrero JL. Actualización en la metodología de necroidentificación por métodos odontológicos [tesina]. Madrid: Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid; 1998.

Reverte Coma JM. Antropología forense. Madrid: Ministerio de Justicia; 1991.

Río Muñoz PA del. Estudio antropológico-forense, antropométrico y morfológico de la Colección de la Escuela de Medicina Legal de Madrid [tesis doctoral/dissertation]. Madrid: Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; 2000.

Rodríguez JV. Introducción a la Antropología forense. Santafé de Bogotá: Anaconda Editores; 1994. <http://www.colciencias.gov.co/seiaal/documentos/jvrc03.htm>

Ubelaker DH. Human skeletal remains. Excavation, analysis, interpretation, 2nd ed. Washington: Taraxacum; 1989.

DETERMINACIÓN DE LA EDAD EN LOS RESTOS ÓSEOS.

El método a utilizar es de carácter analítico, comparativo y complejo. Consiste en una serie de operaciones de carácter científico. No se utiliza un rasgo particular, sino el conjunto de características orientadoras de la edad, subrayando el hecho de que se hace referencia a la edad biológica y no a la cronológica; es decir, tiene en cuenta el estado de formación y consolidación del tejido óseo y dental. Este aspecto se encuentra influido por distintos factores, entre los cuales la actividad física del individuo y el estado de salud enfermedad inciden primordialmente, además de las diferencias sexuales y raciales.

Desde el nacimiento a la adolescencia, la edad se puede diagnosticar con gran aproximación mediante la observación de la forma y el estado de metamorfosis de los centros de osificación, la formación y erupción dental y la progresión del cierre de las epífisis, como también por la longitud de los huesos largos.

Entre los métodos macroscópicos las costillas esternales por su posición y función constituyen un sitio excelente para observar la metamorfosis durante la vida del individuo; pues la unión condrocostal se halla en un lugar relativamente estable, poco sujeto a los efectos de la locomoción, embarazo, parto y peso de la persona. Los cuales si que afectan el diagnóstico a partir de la sínfisis del pubis o de la superficie auricular del ilion. La región sacroiliaca en sus superficies articulares del ilion y del sacro muestran pocas diferencias sexuales hasta la pubertad, a partir de la cual se acentúa el proceso de anquilosamiento en las mujeres por la acción de los partos y la locomoción, más que en otras regiones del cuerpo.

La amplia variabilidad sexual, racial y profesional hacen que los diagnósticos de edad basados en las suturas craneales sean un indicador sugestivo, azaroso e irreal, de poco uso o simplemente como uno de los elementos constitutivos del método complejo, útil cuando se usa junto con otros indicadores de edad en el esqueleto Meindl-Lovejoy '85.

La radiografía de los huesos largos para analizar la trama ósea y la microscopia estudiando las osteonas constituyen los métodos complementarios de laboratorio idóneos a los análisis macroscópicos.

A. Edad en individuos infantiles y juveniles:

1. Sinostosis de los centros secundarios de osificación.

La edad tendrá más posibilidades de ser exacta cuando se trata de restos esqueléticos de personas que no han alcanzado su madurez biológica o de adultos jóvenes. Precaución obvia es que al utilizar las tablas de referencia es la de la población con la que las mismas se ha elaborado. Pues las edades varían entre las distintas poblaciones y ambos sexos. La osificación es más temprana en las niñas que en los niños, con un margen que oscila entre los dos a seis años. Dentro del mismo esqueleto algunos huesos y algunas epífisis se cierran en distintos periodos. Así el fémur crece principalmente a expensas de la epífisis distal, mientras que la proximal es poco activa. Por el contrario, el húmero crece gracias a su extremo proximal. Los huesos del antebrazo crecen básicamente hacia la muñeca, mientras que la tibia y el peroné crecen por igual hacia la rodilla y el tobillo. Los huesos carpianos y tarsianos crecen continuamente de afuera hacia dentro. La madurez biológica se alcanza inicialmente en el tobillo y en la cadera; se continúa con la rodilla y el codo y finaliza con el hombro y la muñeca.

B. Edad en individuos adultos:

1. Superficie auricular del ilion.

La ventaja de esta zona es que se conserva más que otras partes del cuerpo por estar muy bien protegida y, por tanto, se puede estudiar en restos incinerados y mayores de 50 años. Las zonas a estudiar, definidas por Lovejoy '85 son: la superficie auricular, la hemicara superior y la inferior, el ápice y el área retroauricular valorando la porosidad, la granulosis, el ondulado y la densidad. Habiéndose delimitado ocho fases, desde los 20 años hasta más de 60 en la octava fase.

2. La sínfisis del pubis.

Su estudio fue introducido por Todd en los años '20. Es el rasgo anatómico más utilizado en la estimación de la edad. El mismo autor ya indicó que sólo se utilizara entre 20 y 40 años y nunca como criterio único, sino asociado con otros. Habiendo diversas modificaciones y ajustes a los primeros estudios.

- Todd '20. Estableció 10 fases para masculinos caucasoides, entre 18 y 50 años. Posteriormente sugirió el uso para negroides masculinos y caucasoides femeninos haciendo un ajuste de dos a tres años.

- McKern y Stewart '57 para caucasoides masculinos. Evaluaron el sistema anterior y propusieron un sistema de tres componentes

(rampa dorsal, rampa ventral y reborde o aro sinfisial) y cada uno de ellos con cinco fases de desarrollo.

- Gilbert y McKern '73. Encontraron una sobrestimación para con muestras femeninas y redefinieron los estándares con el sistema de tres componentes (igual al anterior) y cada uno con seis fases de desarrollo.

- Suchey y Brooks '90. Partiendo de las 6 fases diseñadas por el segundo de los autores en 1955, Suchey estudió una gran serie de sínfisis de pubis filiaadas, 1225 individuos autopsiados, 739 masculinos y 273 femeninos, de diferentes razas y estratos sociales de 14 a 99 años, desde 1977 a 1979. Remarcando la precaución de dar siempre la estimación de edad en intervalo.

3. La terminación esternal de las costillas.

Ya se ha comentado las particularidades que esta localización tiene respecto a otras zonas (lugar relativamente estable, poco sujeto a los efectos de la locomoción, embarazo, parto y peso de la persona). El proceder ideado, para caucasoídes masculinos y femeninos, por Loth e Iscan '89 analiza la profundidad de la articulación condrocostal, la forma, la configuración del borde y las paredes y el total. Propusieron 9 fases distribuidas en 7 décadas, diferentes en ambos sexos. En la 40 costilla derecha.

4. Sinostosis de las suturas craneales.

Las suturas son las líneas divisorias de los huesos craneales, bien apreciables en infantes y niños por estar completamente abiertas, en la edad adulta se van obliterando paulatinamente hasta su sinostosis en la vejez. La sistematización y proceder de Meindl y Lovejoy '85, con las prevenciones ya indicadas por los autores de que no sea un procedimiento único, es el método para analizar las suturas más idóneo. Han definido 10 puntos de observación de 1 cm de diámetro en la tabla externa de las suturas. 8 de ellos en la bóveda craneal (mediolamboídeo, lambda, obelion, sagital anterior, bregma, mediocoronal, y pterion) y tres en la región lateral anterior (esfenofrontal, esfenotemporal inferior y esfenotemporal superior). Si bien para el cálculo matemático pterion y mediocoronal se incluyen también en el sistema lateral.

Como se ha señalado existen numerosos criterios para determinar la edad. El investigador llega, debiera, a una edad compuesta, a un intervalo. Este intervalo de edad (ejemplo, 25-35 años) debe ser especificado junto con la opinión del observador sobre la edad más probable. Es importante que las edades halladas se informen en los grupos adecuados; por ejemplo, si se emplean tablas de edades con intervalos de 5 años, una edad de 30 años puede ser un

problema. Se debe colocar al individuo en el grupo de edad de 25 a 29,9 o en el de 30 a 34,9 años. Así se debe dar una indicación precisa de que esta edad de 30 años es ligeramente mayor o menor.

Es esencial que la escala de cada rasgo individual sea mencionada citando el origen del criterio (ejemplo, estadio 3 del sistema Todd para la determinación de la edad de la sínfisis pubiana). Este último punto será primordial para futuros investigadores que puedan reevaluar la edad cuando nuevas informaciones se utilicen, o bien para otras periciales.

Para el estudio de la edad hay dos grandes grupos, el de los pre adultos y el de los adultos. En el primero va a ser el estudio del desarrollo dentario el método más frecuentemente empleado, y más certero. Siendo esencial que se cite la población de referencia. Las variaciones, según las poblaciones, del desarrollo dental obligan necesariamente a informar del grado de desarrollo para cada tipo de diente. También es importante precisar, si los estados de desarrollo han sido establecidos tras la observación directa o la radiológica, ya que las indicaciones radiológicas del desarrollo dental son ligeramente distintas de las que provienen de la observación directa. La aparición y la fusión epifisaria también se emplean para la determinación de la edad, pero es esencial que los datos de la población de referencia sean citados. Es preciso citar las epífisis observadas para establecer el estado de desarrollo y su grado de fusión (según la terminología del protocolo utilizado). Ello permitirá a los investigadores del futuro reajustar las edades si poblaciones de referencia más apropiadas son utilizadas. Para los adultos, cuando los anteriores métodos ya no sirven, se utiliza primordialmente el análisis de la sínfisis del pubis (especialmente el método de Suchey-Brooks, si bien existen otros muchos como el de Todd, el de McKern-Stewart o el de Gilbert-McKern), también se puede utilizar el método de Lovejoy et col. (que analiza el estado de la superficie articular del ilion), el estudio del cierre de las suturas craneales (siguiendo el procedimiento citado por Meindl y Lovejoy) e incluso el análisis de la cabeza de la cuarta costilla.

Si bien lo anterior es lo que, actualmente, más se utiliza, no hay que olvidar que las fases del crecimiento humano son muchas y que cada una tiene características especiales según del grupo de edad que se trate, y que de su conocimiento se podrán ir afinando más los resultados. Así, se pueden dividir los siguientes períodos cronológicos:

Fetal (prenatal)

Post-natal (nacimiento)
Infantil
Adolescente Adulto joven
Madurez
Vejez (senil)

El hueso es un elemento vivo del organismo que no cesa de sufrir cambios, deteniéndose la longitud del crecimiento óseo a los 23 ó 25 años. En la madurez o edad adulta el hueso crece en anchura y robustez, para comenzar a sufrir alteraciones regresivas a partir, normalmente, de los 40 años.

DETERMINACIÓN DE LA EDAD POR LOS CENTROS DE OSIFICACIÓN.

A través de estudios radiográficos diferentes autores han podido determinar el momento de la edad de aparición de los diversos centros de osificación que escalonadamente van surgiendo en el esqueleto desde el nacimiento hasta la pubertad y la edad adulta.

Esta aparición de los centros de osificación es un punto de referencia que nos informa sobre el momento del desarrollo, es decir, sobre la edad del sujeto en el momento de su muerte. Depende tanto del sexo como de factores endocrinos, alimentarios, sociales y genéticos. Son 3 los tipos de centros de osificación:

- Primarios. cuando aparecen en las diáfisis.
- Secundarios. cuando dan lugar a las epífisis y superficies articulares.
- Gérmenes Dentarios. cuando aparecen en los alveolos maxilares y formarán los dientes de leche y permanentes.

La fusión de diáfisis con epífisis (cierre de las epífisis) se ha estudiado desde el punto de vista radiológico y osteológico, comprobándose que se van escalonando estas fusiones con bastante constancia según la edad. Pero con variaciones según el grupo étnico de que se trate. Así pues, para determinar la edad de un esqueleto infantil o juvenil, existen varios puntos de referencia ya mencionados y, además, el momento de fusión epífisis-diafisaria.

DETERMINACIÓN DE LA EDAD EN EL ADULTO.

Es, a partir de los 20 años, cuando ya se han

fundido casi por completo todas las epífisis y los dientes definitivos están ya fuera de las encías, cuando debemos recurrir a otros criterios para la determinación de la edad, tales como los cambios que van teniendo lugar en la sínfisis pubiana, las lesiones degenerativas (poco perceptibles algunas veces: osteofitos, calcificaciones fuera de las líneas normales, la sinostosis de las suturas craneales, la abrasión dentaria, la pérdida de dientes, las alteraciones del interior del hueso, sobre todo la esponjosa de la epífisis y el estudio microscópico del hueso).

En el proceso de envejecimiento del hueso, intervienen múltiples factores, además de la edad como son: los caracteres hereditarios, el tipo de alimentación, las diferencias sociales, las enfermedades, el tipo de trabajo realizado y los factores ambientales.

SUTURAS DEL CRÁNEO.

Figura 13.

Las suturas son el punto de unión de los bordes en crecimiento de dos huesos del cráneo, entre los cuales hay una fina membrana que puede o no llegar a osificarse. Las suturas suelen comenzar a cerrarse (sinostosarse) hacia los 20 años, pudiendo llegar a borrarse pasados los años. Las caras internas y externas no se cierran a la par, debiéndose anotar el grado de cierre endo y exocraneal. Así:

- la zona endocraneal se sinostosa antes que la exocraneal.
- el orden general de cierre en la cara exocraneal se inicia en la sutura sagital, la cual se divide para su estudio en cuatro partes (S1, S2, S3 Y S4), iniciándose el cierre de atrás adelante, exactamente en S3 a los 20-30 años, continuando en dirección a la sutura coronal donde llega hacia los 40 años, siendo S1 la última porción en cerrarse a los 50 años.
- las suturas coronales se dividen en tres partes (C1, C2 y C3) en el sentido de medial a lateral. El cierre suele comenzar en C3 a los 30-40 años, continúa en C1 hacia los 40-50 años y termina en C2 más tarde.
- las suturas lambdoideas también se dividen en tres partes (L1, L2 y L3) en el sentido de medial a lateral. Suele iniciarse el cierre en L2 a los 50 años, continuando en L1 y ya tardíamente en L3.
- el cierre de la sutura temporal se culmina a los 70 años.

Por otro lado, si las suturas están abiertas no tiene que ser necesariamente indicativo de que el sujeto tenga menos de 20 años. Siendo, en este

caso la sincondrosis esfenobasilar un indicador muy importante de la edad (una sincondrosis es la articulación que se forma cuando una placa cartilaginosa residual grande permanece sin osificar entre los huesos, y en el hombre la sincondrosis esfenobasilar suele cerrarse hacia los 20 años).

CIERRE DE LAS EPÍFISIS DE LOS HUESOS.

Figura 18.

Las observaciones se hacen directamente sobre el hueso y cada área de cierre se marca como disminución dentro de cada una de las tres fases de cierre.

Fases del cierre de las epífisis:

1. NO UNIÓN - (Con o sin las epífisis separadas). - La superficie de la metáfisis está sumamente vascularizada con las estrías, crestas y nódulos, teniendo una apariencia granular.

2. UNIÓN PARCIAL.- Comienzo de la osificación de las epífisis y de la metáfisis del hueso. Incluye individuos en los que parte de las epífisis están unidas y parte separadas.

3. UNIÓN COMPLETA.- Hinchamiento completo o casi completo y uniformidad sobre el hueso, con apariencia sutilmente granular.

Figura 19. La ilustración recoge la relación con la edad y la unión epifisaria y la fusión de los centros primarios de osificación.

Costillas (Cuarta costilla).

La extremidad proximal o esternal de la cuarta costilla es un importante punto a estudiar para determinar la edad. Se analiza la superficie articular en su unión con el esternón existiendo varias fases, distintas para varones y mujeres.

Tabla 6.

Para facilitar la identificación de cada una de las fases anteriormente descritas M. Yasar Iscan, Susan R. Loth y Ronald K. Wright han desarrollado unos moldes con las distintas fases de la extremidad esternal de la costilla para determinar la edad en hombres y mujeres de raza blanca.

Tabla 7.

Sínfis del pubis y sus

Henle observó que la superficie de la sínfisis del pubis sufría variaciones en las dimensiones y textura dependiendo de la edad. Martin no

relacionó el valor de la sínfisis pubiana con la determinación de la edad, sino que describió los rasgos de la cara sinfisaria considerados hoy en día como momentos evolutivos de ésta. Cleland (1889) señaló las diferencias entre los bordes ventral y dorsal de la sínfisis y sus variaciones según el sexo. Posteriormente, Todd (1920, 1921) estableció una metodología en el estudio de la superficie de la sínfisis del pubis cuyo valor es indudable en la determinación de la edad.

Tras los trabajos de McKern y Stewart (1957) se han considerado 3 estadios diferentes en la evolución de la sínfisis púbica en cada uno de los 3 componentes de la misma con actividad independiente:

COMPONENTE I = Parte dorsal o posterior
COMPONENTE II = Parte anterior o ventral
COMPONENTE III = El hueso o parte central (plataforma)

Hay que comprender que la superficie de la sínfisis se divide por el eje vertical en dos partes iguales o hemifacetas, una dorsal o posterior (COMPONENTE I), otra ventral o anterior (COMPONENTE II). Se toman en cuenta el borde externo o ventral y el borde interno o dorsal, la extremidad superior y la extremidad inferior. Luego se observa la sínfisis en su conjunto considerando toda la cara sinfisaria (COMPONENTE III o plataforma).

Figura 20.

Para los varones estos autores distinguen:

Componente I (Hemifaceta dorsal).

- 0.- El margen dorsal está ausente.
- 1.- Hay una ligera formación marginal en el tercio medio del borde dorsal.
- 2.- Toda la parte dorsal tiene margen.
- 3.- Las crestas comienzan a reabsorberse y los surcos a rellenarse apareciendo un comienzo de plataforma en el tercio medio de la hemifaceta dorsal.
- 4.- La plataforma, que aún conserva vestigios de los surcos y crestas, se extiende a casi toda la hemifaceta dorsal.
- 5.- Las crestas y surcos desaparecen completamente y toda la superficie de la hemifaceta posterior es plana, sólo ligeramente granulosa.

Componente II (Hemifaceta ventral o anterior).

- 0.- El biselado de la hemifaceta ventral está

ausente.

- 1.- El biselado ventral se aprecia sólo en la extremidad superior del borde ventral.
- 2.- El biselado se extiende hacia abajo a lo largo del borde ventral.
- 3.- El aplanamiento ventral comienza por medio de prolongaciones óseas en una o en ambas extremidades.
- 4.- El aplanamiento se extiende pero a lo largo del borde ventral todavía son evidentes algunos surcos.
- 5.- El aplanamiento es completo.

Componente III.

0.-El borde o margen está ausente.

- 1.-Hay un borde dorsal parcial, sobre todo en la extremidad superior del margen dorsal; es redondo y de aspecto liso y elevado sobre la superficie de la sínfisis.
- 2.-El borde dorsal está completo y el borde ventral está empezando a formarse.
- 3.-El borde de la sínfisis está completo. La superficie central limitada por ese borde tiene una textura granulosa con aspecto ondulado o irregular.
- 4.-El borde comienza a romperse. La superficie se hace lisa y plana y el borde ya no es redondeado sino que aparece bien definido. Hay ya signos de labio (lipping) en el borde ventral.
- 5.-La posterior desaparición del borde, sobre todo en la extremidad superior ventral y rarefacción de la superficie sinfisaria. Hay también desintegración y osificación errática del borde ventral.

En cuanto a la sínfisis de las mujeres la evolución es diferente. La hemifaceta dorsal se aplanar mucho antes que en los varones y la hemifaceta ventral no se desarrolla tanto como en los varones. Gilbert y McKern (1971) hacen las siguientes definiciones para los componentes femeninos:

Componente I

- 0.-Los surcos y crestas son muy claros. El margen dorsal es indefinido.
- 1.-Los surcos comienzan a llenarse, las crestas a aplanarse y un margen dorsal plano comienza en el tercio medio de la cara.
- 2.-La cara dorsal se extiende ventralmente, se hace más ancha mientras continúa el aplanamiento. El margen dorsal se extiende hacia arriba y hacia abajo.
- 3.-La cara dorsal es completamente lisa. El margen puede ser estrecho.
- 4.-La cara aparece completa y no rota, es ancha y muy finamente granulosa. Puede mostrar vestigios de la estriación juvenil.

5.-La cara se presenta llena de orificios o agujeritos e irregular a causa de la rarefacción

Componente II.

0.-Los surcos y estrías son muy claras. La cara ventral está biselada hacia arriba y hacia la dorsal.

- 1.-Los surcos de la parte inferior comienzan a rellenarse formándose una plataforma o cara biselada que se va extendiendo y cuyo borde lateral es una línea curva, clara, que se extiende a toda la longitud de la sínfisis.
- 2.-Continúa el relleno de los surcos y el aplanamiento de las crestas desde las extremidades superior e inferior. La cara se extiende lateralmente a lo largo de su borde ventral.
- 3.-Toda la superficie de este componente excepto un 1/3 de la cara ventral está rellena de material óseo finamente granuloso.
- 4.-La cara ventral presenta una superficie ancha, completa, finamente granulosa desde la cresta púbica hasta la rama inferior.
- 5.-La cara ventral puede comenzar a desintegrarse, tomando un aspecto muy agujereado y quizá esponjoso hasta llegar a la rarefacción total.

Componente III.

0.-El borde o cerco está ausente.

- 1.-El cerco comienza a aparecer en el tercio medio de la cara dorsal.
- 2.-a parte dorsal del cerco sinfisario está completa.
- 3.-El cerco se extiende desde los extremos superior e inferior de la sínfisis a toda ella excepto un tercio de la parte ventral.
- 4.-El cerco de la sínfisis está completo.
- 5.-El margen ventral de la cara dorsal puede desintegrarse de manera que pueden aparecer interrupciones en el cerco y no hay una línea clara divisoria entre la cara dorsal y la ventral.

Con el consiguiente correlato de edades:

tabla 8

Suchey-Brooks elaboraron una técnica para la determinación de la edad a través de la sínfisis del pubis. Es el procedimiento a seguir en este laboratorio. Establecieron seis fases unificadas para varones y mujeres:

FASE I. La faz de la sínfisis tiene una superficie ondulada (crestas y surcos) que se extiende hasta incluir el tubérculo púbico. Las crestas horizontales pueden estar bien marcadas y puede presentarse un incipiente bisel ventral.

Aunque pueden aparecer nódulos óseos en la extremidad superior la clave para el reconocimiento de esta fase es la falta de delimitación de las extremidades (superior e inferior).

FASE II. La faz de la sínfisis puede mostrar todavía desarrollo de crestas. La cara presenta una incipiente delimitación de las extremidades inferior y/o superior, con o sin nódulos óseos. La muralla ventral puede estar en fases iniciales como una extensión de la actividad ósea en una o ambas extremidades.

FASE III. La faz de la sínfisis muestra el extremo inferior y la muralla ventral en proceso de completarse. Puede haber una continuación de la fusión de los nódulos de osificación, formando la extremidad superior y a lo largo del borde ventral. La plataforma dorsal está completa. Ausencia de reborde en el margen dorsal. No hay crecimientos óseos en las inserciones de los ligamentos.

FASE IV. La faz de la sínfisis está finamente granulada; si bien pueden permanecer restos de viejas crestas y surcos. Normalmente, el contorno oval está completo en esta fase, pero puede aparecer un hiato en el borde ventral superior. El tubérculo púbico está completamente separado de la faz de la sínfisis, delimitado de la extremidad superior. La faz de la sínfisis puede tener un borde nítido. Ventralmente pueden aparecer crecimientos óseos en las inserciones de los ligamentos en la porción inferior del hueso púbico adyacente a la cara sinfival. Si aparece algún reborde será ligero y situado en el borde dorsal.

FASE V. La faz de la sínfisis está completamente bordeada por una ligera depresión de la propia superficie con respecto al borde. Suele aparecer un reborde moderado en el margen dorsal, con crecimientos óseos en las inserciones ligamentosas más marcados en el borde ventral.

FASE VI. La faz de la sínfisis puede mostrar una depresión creciente al mismo tiempo que se erosiona el borde. Están marcadas las inserciones de los ligamentos ventrales. En muchos individuos el tubérculo púbico puede aparecer como una pieza ósea separada. La faz puede estar agujereada o porosa, dando una apariencia de desfiguración por el proceso, en curso, de osificación irregular. Puede presentar aspecto almenado. La forma de la cara es, a menudo, irregular en esta fase.

tabla 9.

EL TEJIDO OSEO ESPONJOSO DE LA

CABEZA DEL HÚMERO Y DEL FÉMUR.

Se han definido, en la esponjosa de la cabeza y del cuello del fémur, hasta 6 fases evolutivas de acuerdo con la edad, que mantienen la suficiente constancia como para ser considerados como indicadores de la edad. Siendo más conocido el estudio que sobre la cabeza del húmero se ha realizado.

La cavidad de la diáfisis o cavidad medular, tanto en el fémur como en húmero, se extiende, se amplía con la edad alargándose a través del hueso esponjoso de las epífisis, sobre todo en el extremo proximal.

CAMBIOS DEGENERATIVOS EN LOS HUESOS.

Las zonas cercanas a las articulaciones y sus alteraciones progresivas son un claro indicador de la edad que hay que saber interpretar. Como norma general, a partir de los 40 años de edad sobrevienen alteraciones del metabolismo del calcio, que se deposita en determinados puntos del esqueleto. Teniendo preferencia por las inserciones tendinosas en los huesos, bordes articulares, en donde se producen neoformaciones extemporáneas al hueso (osteofitos), lo que al parecer tiene relación con los lugares sometidos a mayor actividad. La formación de un labio óseo o eversión ósea en los bordes articulares es signo indudable de edad avanzada. Puede ocurrir que se alteren los cartílagos articulares en cuyo caso se produce un proceso que se conoce con el nombre de eburneación.

Figura 21.

La aparición de osteofitos en los cuerpos vertebrales son indicadores de edad avanzada, y según el grado e intensidad que presenten, que pueden ir desde el simple aumento del borde óseo del cuerpo vertebral (lipping) o formación de un labio, hasta la formación de un pico de loro, que intenta unir dos cuerpos vertebrales superpuestos. Este proceso puede avanzar hasta la formación de sindesmofitos por osificación parcial del ligamento anterior de la columna vertebral y si el proceso es tan intenso todo el ligamento se osifica como una estalactita, produciéndose esas columnas características de la espondiloartrosis anquilopoyética o enfermedad de Strumpell-Marie-Betcherew.

SEGÚN LAS ARTICULACIONES ESQUELÉTICAS.

1. Articulación Escápulo-Humeral: cuando el sujeto tiene más de 45 años se observa en el borde de la cavidad glenoidea como un labio (lipping) en todo su contorno. Generalmente puede ser bilateral, aunque puede ser unilateral. Un grado más avanzado es la formación franca de osteofitos en dichos bordes, haciendo más cóncava la cavidad glenoidea. El hueso neoformado trata de recubrir la cabeza del húmero.

2. Articulación Occipito-Atlas: es frecuente apreciar alteraciones degenerativas en esta articulación en personas de más de 60 años. En primer lugar aparecen osteofitos en la apófisis odontoides del axis sobre la que gira el cráneo. Aparecen deformaciones en el agujero occipital, con eburneación en los bordes del atlas y los cóndilos del occipital.

3. Articulación Temporo-Maxilar: a veces, en personas de 40 a 50 años se presenta un proceso degenerativo de uno o de los dos cóndilos del maxilar inferior, con alteración del cartílago articular, desgaste y abrasión, deformación del cóndilo y neoformación ósea en los bordes de la cavidad glenoidea del temporal.

4. Articulación del Codo: entre los 40 y 50 años surge una neoformación de tejido óseo en los bordes de la extremidad distal del húmero (tróclea). Según Ortner (1965) debido a un fuerte estrés local. Hay 3 sitios básicos en la articulación distal del húmero en los que tienen lugar cambios degenerativos:

- 1) La superficie articular,
- 2) Las áreas contiguas periféricas de la articulación, y
- 3) Las fosas coronoideas, radial y olecraneana.

El hecho de encontrar mayores lesiones en un codo que en otro puede indicar que el sujeto sea diestro o zurdo, según la parte que esté afectada. En la cabeza del radio y el cúbito es muy frecuente observar alteraciones degenerativas de tipo lipping, eburneación, etc., al igual que la extremidad distal (articulación carpo-cúbito-radial).

5. Articulación Coxofemoral: son muy frecuentes desde los 50 años en adelante. La formación de labio en los bordes de la cavidad cotiloidea es indicio de edad de más de 60 años. La variabilidad de lesiones es muy grande llegando incluso al colapso articular.

6. Articulación de la Rodilla: en la rotula es frecuente encontrar una osificación de las fibras

paralelas del músculo cuádriceps crural y la bolsa prerotulina profunda, que se ha denominado peine artrósico. En esta articulación suele aparecer un simple borde labial en el perímetro de los cóndilos del fémur. En fases más avanzadas pueden presentar alteración del cartílago, destrucción de éste, eburneación, osteofitos, deformación articular y ósea. En los bordes de la meseta tibial es muy frecuente la aparición del labio óseo, normalmente en edades por encima de los 50 años.

7. Articulación Tibio-Astragalina: no es infrecuente encontrar en la tibia y astrágalo, en individuos que en vida han sufrido algún tipo de traumatismo en las extremidades, alteraciones del cartílago articular y con ellas de un reborde anómalo de tejido óseo y de osteofitos. A partir de los 55 a los 60 años puede presentarse lo que se ha llamado peine artrósico que aparece en la parte posterior del calcáneo, en la zona de inserción del tendón de Aquiles. No solamente las sistemáticas señaladas se utilizan para determinar la edad de los restos óseos. También diversas técnicas de microscopia. El examen osteológico va ayudar a conocer sólo de un modo aproximado la edad del sujeto, siguen siendo necesarios estudios más amplios, haciendo referencia con ello a que las series de esqueletos sobre las que se enuncian las edades están sesgadas y no son lo suficientemente amplias.

NECROIDENTIFICACIÓN POR COTEJO DE REGISTROS ODONTOLÓGICOS.

José L. Prieto.

INTRODUCCION

Las especiales características de la cavidad bucal y sus estructuras, las infinitas combinaciones posibles en virtud de la variabilidad individual de los dientes y sus restauraciones, y su fácil acceso, hacen del estudio odontológico un método ideal para la identificación cuando, por las características del cadáver se ha perdido la posibilidad de la identificación dactiloscópica.

La Odontología Forense juega un papel cada día más relevante en la investigación médico-legal y, en concreto, en los procedimientos de necroidentificación, tanto en casos individuales, como en situaciones de múltiples víctimas, constituyendo un método óptimo de identificación por su bajo costo y su capacidad para ofrecer resultados inmediatos y fiables.

Los datos identificativos obtenidos del estudio odontológico pueden distribuirse en generales (reconstructivos), tales como la especie, sexo, edad o raza; e individualizadores (comparativos) mediante el cotejo de registros ante y postmortem (odontogramas, radiografías, modelos, prótesis y fotografías).

El cotejo de odontogramas es el método más frecuentemente utilizado, pero también el más sujeto a errores de registro e interpretación, debido al uso de diversas nomenclaturas y simbología.

La radiografía es un método altamente fiable, incluso en ausencia de restauraciones, gracias al desarrollo de sistemas cada día más sofisticados de digitalización y análisis de imagen.

Los modelos de estudio ofrecen el registro más fiable y menos sujeto a error, ya que reproducen exactamente las estructuras dentarias y peridentarias, por lo que, en caso de contar con ellos, su uso sería de elección.

Las fotografías tanto intraorales como extraorales permiten la realización de técnicas de superposición, de gran utilidad, pero cuentan con el inconveniente de las distorsiones producidas por el objetivo empleado y la distancia focal, y que raramente se utilizan testigos métricos al realizarlas, por lo que suponen más un método complementario.

Todos estos procedimientos deben ser llevados a cabo por odontólogos forenses experimentados en tareas de identificación.

EL PROCESO DE NECROIDENTIFICACIÓN.

Las tareas de identificación de cadáveres, necroidentificación, obedecen a una triple motivación:

1.- Desde el punto de vista moral, la identificación se hace necesaria a fin de que familiares y amigos puedan honrar a su ser querido.

2.- En relación a aspectos patrimoniales, se hace precisa la identificación de una persona para que tengan lugar los mecanismos sucesorios, o el cobro de primas de seguros.

3.- Desde una perspectiva criminal, el punto de arranque de la investigación de un homicidio es la identificación de la víctima.

Tratamiento legislativo.-

La L.E.Cr. establece en sus artículos 340 a 342 como medio de identificación del fallecido la exposición del cadáver en el Depósito Judicial, por si alguna persona pudiera dar razón de su identidad. En caso negativo, el Juez recogerá las prendas que portara el cadáver para poder usarlas como medio de identificación.

El reconocimiento de las ropas o efectos personales, si bien es un valioso dato que ayuda como punto de partida, no es suficiente para confirmar la identidad de una persona, ya que no es infrecuente el intercambio de prendas personales entre familiares y amigos, o incluso podría tener un origen intencional, pretendiendo una falsa identificación. De la misma forma, el reconocimiento por familiares y amigos (generalmente muy afectados anímicamente), puede verse influido por factores emocionales, identificando como su ser querido a quien no lo es. Estos factores hacen necesaria la aplicación de técnicas objetivas basadas en el estudio del cadáver (PHILLIPS =92, CECCHI >97).

EXAMEN DE LA CAVIDAD ORAL.

Técnica de extracción de maxilares.-

La obtención de los datos dentales postmortem a través del examen de la cavidad oral puede realizarse mediante exploración intraoral directa, o tras la extracción de maxilares. En nuestro caso, procedemos a una primera inspección intraoral, examinando el estado de los dientes y de los tejidos blandos de la cavidad oral (improntas dentales o sufusiones hemorrágicas en mucosa labial, traumatismos de tejidos blandos, coloraciones,...) procediendo a la toma de muestras, en caso necesario. Tras este primer

análisis procedemos a la extracción de los maxilares, evitando los problemas de registro derivados de la dificultad para obtener una buena apertura bucal en el cadáver, y facilitando la realización de otras técnicas (radiológicas, toma de impresiones, registros fotográficos,...), permitiendo su conservación para estudios ulteriores.

Se han propuesto diversas técnicas para la extracción de los maxilares, en función del estado del cadáver y de las estructuras craneofaciales. Si el estado de conservación es bueno, la técnica que utilizamos en el Laboratorio de Antropología y Odontología Forense del I.A.F. de Madrid es la propuesta por Keiser Nielsem (KEISER-NIELSEM>77).

Se practica una incisión de cóndilo a cóndilo siguiendo el borde externo de la rama ascendente e inferior de la mandíbula a unos 2 - 3 cm del mismo. Una segunda incisión recorre la superficie externa del cuerpo mandibular, incluyendo el vestíbulo, y seccionando la inserción de los maseteros. Se eleva el colgajo cranealmente observando la superficie externa de ambas arcadas, pudiendo valorar su interrelación y el tipo de oclusión, obteniéndose una visión de conjunto. Se disecan y seccionan las inserciones de maseteros, pterigoideos y temporal, así como la cápsula articular del la articulación témporomandibular (ATM), consiguiendo la desarticulación de la mandíbula, y rasando la cara interna del cuerpo mandibular se libera ésta completamente. Para la extracción del maxilar superior se practica una incisión vestibular, elevando el colgajo hasta las bases de las órbitas y espina nasal, serrando a continuación el maxilar a este nivel (practicando una fractura tipo Lefort I), cuidando siempre que el plano de la sierra no interese los ápices radiculares.

En casos de carbonización, frecuentes en situaciones de accidentes aéreos y terrestres, atentados terroristas o suicidios en masa, la apertura de la cavidad oral puede provocar el deterioro de las estructuras dentarias y peridentarias, por lo que no es aconsejable utilizar métodos necrópsicos convencionales. En estos casos Ferreira y cols (FEREIRA>97), proponen el siguiente procedimiento.

1. Incisión superior de trago a trago, incluyendo la espina nasal anterior. Incisión inferior de mentón a la base del proceso alveolar continuando a ambos lados del cuerpo mandibular, seccionando los maseteros y llegando al borde posterior de ambas ramas ascendentes. Por último una incisión a ambos lados una las dos iniciales retirando el colgajo formado por labios y mejillas, generalmente endurecidos por la acción del calor y las llamas.

2. Sección de los músculos pterigoideos y

cápsula de la ATM.

3. Apertura de la cavidad oral por tracción de la mandíbula, permitiendo la visualización de ambas arcadas dentarias, superior e inferior y su registro fotográfico.

4. Retirada de prótesis, aparatología ortodóncica removible y cualquier cuerpo extraño presente en la boca.

5. Elaboración del odontograma. Registro y descripción de prótesis, aparatología de cualquier tipo, restauraciones, ausencias, fracturas,...

6. Descripción de las anomalías de forma, posición y tamaño de los dientes y registro del tipo de oclusión.

7. Realización de radiografías oclusales de maxilar y mandíbula, en caso necesario.

8. Reposición de los tejidos blandos retirados previamente.

Este procedimiento permite un acceso más conservador en los casos de cadáveres carbonizados, manteniendo la configuración facial a pesar de la rigidez y fragilidad de los tejidos sometidos a la acción de fuego.

En estos casos nosotros proponemos una actitud absolutamente conservadora con el fin de evitar cualquier deterioro, sobre todo a nivel de los dientes del frente anterior ya que éstos, por su exposición más directa a la acción de la llama y al calor, suelen presentar un estado de suma fragilidad. Para evitar su destrucción llevamos a cabo la disección del cuello en primer lugar procediendo al vaciado del suelo de la boca y extirpación del paquete cervical siguiendo las técnicas necrópsicas habituales (generalmente técnica de Mata). Con ello conseguimos un acceso directo a la cavidad bucal que nos permite realizar un estudio radiográfico de la dentición completa, mediante el empleo de película intraoral, con lo que tendremos un registro de la totalidad de los dientes antes de que sufran cualquier tipo de deterioro irreversible y, con ello, podamos perder algún dato valioso para la identificación. A continuación intentamos extraer la mandíbula para lo cual, en función del estado de los tejidos blandos, seguiremos alguna de las técnicas previamente descritas. Tras la liberación de la mandíbula tendremos acceso directo al maxilar pudiendo efectuar su examen sin necesidad de extracción.

DATOS IDENTIFICATIVOS POSTMORTEM.

Los datos identificativos obtenidos pueden clasificarse en:

1. GENERALES o de IDENTIFICACION RECONSTRUCTIVA: Son aquéllos que nos permiten la reconstrucción de las características físicas (antropología física dental) y de la historia

biológica del sujeto.

- Sexo
- Edad
- Raza
- Biografía biológica (nivel socio económico, origen geográfico, hábitos,...)

2. INDIVIDUALES (IDENTIFICACION COMPARATIVA). Mediante el cotejo de registros dentales procedentes del cadáver y de la historia clínica dental del candidato o candidatos para la identificación. Son éstos precisamente los que tienen valor identificativo, permitiéndonos, en caso favorable, poner nombre y apellidos al cadáver.

DATOS IDENTIFICATIVOS INDIVIDUALIZADORES.

Con el fin de intentar evitar falsas identificaciones, con las repercusiones que estas situaciones conllevan tanto a nivel legal como social, la American Board of Forensic Odontology (A.B.F.O) ha propuesto una serie de recomendaciones respecto a la recogida y preservación de los datos odontológicos obtenidos del cadáver (elaboración de registros postmortem) a efectos de su cotejo identificativo:

- Estado de los dientes: Presente, erupcionado, no erupcionado/impactado, ausente (congénito, antemortem, postmortem/perimortem).

- Tipo de dentición: Primaria, permanente, supernumeraria.

- Posición: malposiciones, rotaciones diastemas.

- Morfología coronaria: Tamaño y forma de las coronas, espesor del esmalte, localización de puntos de contacto, unión amelo-cementaria, variaciones raciales: incisivos en pala, tubérculo de Carabelli).

- Patología coronaria: Caries, atricción/abrasión/erosión, variaciones de la normalidad: laterales conoides, fusión/geminación, perlas de esmalte, cúspides accesorias, dens in dente, quiste dentífero.

- Morfología radicular: Tamaño, forma, número, dislaceración, divergencia.

- Patología radicular: Caries, atricción/abrasión/erosión, variaciones de la normalidad: laterales conoides, fusión/geminación, perlas de esmalte, cúspides accesorias, dens in dente, quiste dentífero.

- Morfología radicular: Tamaño, forma, número, dislaceración, divergencia.

- Patología radicular: Fractura radicular, hipercementosis, reabsorción externa,

hemisección radicular.

- Morfología de la cámara pulpar y canal radicular: Tamaño, forma, número, dentina secundaria.

- Patología de la cámara pulpar y conducto radicular: Pulpolitos, calcificaciones, tratamiento de conductos (gutapercha, puntas de plata, obturación a retro), reabsorción interna, apicectomía.

- Restauraciones dentales: Restauraciones metálicas (obturaciones de amalgama, coronas/inlays de oro o metales no preciosos, pernos, pins, prótesis fijas, implantes), restauraciones no metálicas (acrílicos, silicatos, obturaciones de composite, porcelana), prótesis completas/parciales fijas/removibles.

- Periodonto: morfología/patología gingival: contorno (recesión, alargamiento focal/difuso, defectos proximales), color (pigmentación fisiológica o patológica), placa y cálculo, estado de higiene oral, tinciones, grosor del ligamento periodontal (morfología/patología), quiste periodontal lateral, proceso alveolar y lámina dura, altura/contorno/densidad del hueso crestral, espesor del tabique interradicular.

- Exóstosis.

- Patrón trabecular: osteoporosis, radiodensidad.

- Maxilar y mandíbula: rasgos anatómicos/patológicos, senos (tamaño, forma, quistes de retención, antrolitos, cuerpos extraños, fístulas oro-antrales, relación con dientes, espina nasal anterior, conducto incisivo, sutura palatina, canal mandibular/foramen mentoniano, coronoides y procesos condilares (tamaño y forma).

- Articulación temporo-mandibular: tamaño, forma, hipertrofia/atrofia, anquilosis, fractura, cambios artríticos.

- Otros procesos patológicos: Quistes fisurarios/de desarrollo, quistes óseos hemorrágicos (traumáticos), glándulas salivales, lesiones reactivas/neoplásicas, patología ósea metabólica, otras patologías que inducen lesiones radiodensas/radiolúcidas focales o difusas, evidencia de cirugía ortognática (suturas de alambre, pins quirúrgicos).

REGISTROS DENTALES.

La identificación de un cadáver por métodos o procedimientos odontológicos, supone el resultado positivo del cotejo entre los datos dentales obtenidos del cadáver (datos postmortem) y los contenidos en los registros dentales de personas desaparecidas (datos antemortem) (ANDERSEN '95).

Los registros dentales constituyen la herramienta identificadora del odontólogo forense y comprenden la totalidad de los datos correspondientes a la historia dental de un paciente, los derivados de su exploración clínica y de las pruebas complementarias efectuadas, es decir, todos los elementos de carácter diagnóstico y planificador que han sido generados en el contacto entre el paciente y su dentista (PRIETO '96).

Habitualmente, cuando hablamos de registros dentales nos referimos fundamentalmente a:

- 1.- Odontograma o ficha dental
- 2.- Radiografías
- 3.- Modelos de estudio
- 4.- Fotografías intra y extraorales.

IDENTIFICACION POR LA FICHA DENTAL U ODONTOGRAMA.

Es la representación gráfica de ambas arcadas dentarias, donde se anota, por medio de símbolos, cualquier rasgo anatómicamente distintivo, como dientes extraídos, ausentes, supernumerarios, anomalías, caries, trabajos de reconstrucción (obturaciones, puentes,...), etc. Constituye el registro más utilizado en las tareas de identificación odontológica (VILLA VIGIL '90, BEALE '91).

Nomenclatura de las superficies dentarias.-

Con el fin de evitar errores de interpretación y seguir normas estandarizadas, la localización de restauraciones, patologías, cambios de coloración, anomalías dentarias, o cualquier otra característica de interés clínico, ha de hacerse en base a una nomenclatura establecida. La nomenclatura universalmente aceptada es la siguiente (FIGUM >78):

- Incisal: referido al borde libre de incisivos y caninos.
- Oclusal: referido a la superficie de masticación de premolares y molares.
- Cervical: referido al cuello del diente (zona de separación entre corona y raíz).
- Radicular: referido a la raíz del diente.
- Apical: referido al ápice del diente.
- Vestibular: referido a la superficie externa del diente (en relación con la mucosa labial y yugal).
- Lingual/Palatino: referido a la superficie interna de los dientes inferior o superior, respectivamente.
- Mesial: referido a la superficie más cercana a la línea media.
- Distal: referido a la superficie más alejada de la línea media.

Fórmulas dentarias.-

La dentición temporal humana consta de 20 dientes y la permanente de 32. Las denticiones de las distintas especies se representan mediante fórmulas algebraicas, que en la dentición humana respondería al siguiente esquema:

Dentición temporal:

Dentición permanente:

La dentición temporal está constituida en cada hemiarcada, desde la línea media hacia distal, por los siguientes dientes: incisivo central, incisivo lateral, canino, primer y segundo molar.

En la dentición permanente en idéntica posición: incisivo central y lateral, canino, primero y segundo premolar, primero, segundo y tercer molar.

Con el fin de facilitar la identificación de cada uno de los dientes en nuestros registros, y el intercambio de información con otros colegas, se han descrito diversos sistemas de notación dentaria, de los que vamos a exponer los más utilizados:

Sistemas de notación dentaria.-

Sistema F.D.I. o dígito dos

Es el método más empleado en la actualidad. Con solo dos dígitos sabemos con certeza de qué diente se trata y qué posición ocupa en la arcada. (Figura 1).

Trazando una línea horizontal imaginaria que divide la arcada superior de la inferior, y la perpendicular a ésta en su punto medio a nivel del espacio entre ambos incisivos centrales superiores e inferiores, dividimos la boca en cuatro cuadrantes o hemiarcadas. Numeramos los cuadrantes comenzando por el cuadrante superior derecho, siguiendo el sentido de las agujas del reloj, finalizando en el cuadrante inferior del mismo lado. De esta forma obtenemos el primer dígito de los dos que componen cada diente. La numeración sería la siguiente

- N°1 - Hemiarcada superior derecha (N1 5 para dentición temporal)
- N°2 - Hemiarcada superior izquierda (N16 para dentición temporal)
- N°3 - Hemiarcada inferior izquierda (N17 para dentición temporal)
- N°4 - Hemiarcada inferior derecha (N18 para dentición temporal)

El segundo dígito define la posición del diente

en la hemiarcada correspondiente, comenzando por el incisivo central y finalizando en el tercer o segundo molar según se trate de dentición permanente o decidua:

: Inferior derecho

Dentición adulta:

Dentición temporal:

: Inferior izquierdo

1: Incisivo central
2: Incisivo lateral
3: Canino
4: Primer premolar
5: Segundo premolar
6: Primer molar
7: Segundo molar
8: Tercer molar

1: Incisivo central
2: Incisivo lateral
3: Canino
4: Primer molar
5: Segundo molar

Simbología utilizada en la elaboración del odontograma.-

Como norma general, las obturaciones se señalan en azul, marcando aquella parte de la corona afectada por el tratamiento. Las pérdidas dentarias se reflejan mediante un aspa. Los trabajos de restauración se reseñan de la misma manera, anotando al margen el material utilizado (AM: amalgama de plata; COM: composite,...). En el caso de prótesis fija se marcan todas las superficies de la corona, y si existe endodoncia también la raíz, anotando END en el margen. Habitualmente suele diseñarse la ficha de manera que exista un espacio al margen donde realizar anotaciones concretas respecto a aspectos diagnósticos o terapéuticos.

Aunque la detección de restauraciones metálicas no suele presentar problemas, las restauraciones con materiales estéticos (resinas compuestas, cementos de vidrioionómero, compómeros,...), cada día más utilizados, pueden resultar difíciles de reconocer. Benthhaus (BENTHAUS >97) propone la siguiente técnica:

1. Después de limpiar los dientes con un cepillo y agua, se graba la corona con ácido fosfórico al 37% durante 120 sg. Después de este tiempo se lavan los dientes con agua y se secan con una gasa.

2. En una segunda fase, los dientes se pincelan con tinta azul que se deja actuar durante otros 120 sg, tras los cuales se elimina el sobrante con spray de agua.

Esta técnica permite la tinción de cualquier diente, es barata y rápida de realizar (JAKOBSEN '93).

La figura 4 reproduce el modelo de ficha dental utilizado en el Laboratorio de Antropología Forense del I.A.F. de Madrid. La nomenclatura utilizada corresponde a la F.D.I. (o dígito dos).

Los problemas más comunes en la identificación por la ficha dental son los derivados de errores en la reseña (posición y numeración de dientes), fichas incompletas (con frecuencia sólo aparecen los tratamientos realizados por ese dentista y no los anteriores) o inexistentes, y calidad y cantidad de las estructuras recuperadas.

IDENTIFICACION RADIOLOGICA.

Constituye un método de elevada fiabilidad en

Sistema Universal o Sistema Thomson (Figura 2)
Es el sistema utilizado por la Asociación Dental Americana (ADA), por lo que es de uso mayoritario en EEUU.

Dentición adulta:

Los dientes se numeran del 1 al 32, comenzando por el tercer molar superior derecho (1), y siguiendo el sentido de las agujas del reloj, termina en el tercer molar inferior derecho (32).

Dentición temporal:

Se sigue el mismo criterio pero utilizando letras mayúsculas de la A a la T, comenzando por el segundo molar temporal superior derecho (A), y finalizando por el segundo molar temporal inferior derecho (T).

Sistema Palmer (Figura 3)

Ha sido muy utilizado en todo el mundo hasta 1.955, y aún sigue usándose con frecuencia. Es muy similar al dígito dos.

Dentición adulta: Los dientes se numeran del 1 al 8 en cada hemiarcada, de la misma forma que se hacía en la clasificación de la F.D.I

Dentición temporal: Se sustituyen los dígitos del 1 al 5 por letras mayúsculas (A a E).

A: Incisivo central temporal
B: Incisivo lateral temporal
C: Canino temporal
D: Primer molar temporal
E: Segundo molar temporal

El cuadrante se señala mediante un símbolo:

: Superior derecho

: Superior izquierdo

la identificación de un individuo, incluso en ausencia de restauraciones (KOGON '96, KAVAAL '94), proporcionando información no sólo de las estructuras dentales, sino de las estructuras óseas adyacentes y en ocasiones del complejo cráneo-mandibular. Los estudios radiológicos se realizan de forma rutinaria como procedimiento diagnóstico y con el fin de comprobar y documentar los resultados finales obtenidos tras el tratamiento. Debido a ello, suelen formar parte de los registros dentales (HAPPONEN '91, ANDERSEN '95).

Las radiografías ofrecen una información objetiva no visible por medio de la exploración clínica (estado de desarrollo dental, dientes incluidos, morfología radicular, tratamiento de conductos, estado del hueso periodontal,...).

Las técnicas radiológicas utilizadas para el cotejo identificativo son técnicas estándar que reproducen las utilizadas en la clínica odontológica. Básicamente distinguimos, por su mayor frecuencia, las siguientes (DONADO '90, PASLER '91):

Técnicas Intraorales.-

Son las más utilizadas en el gabinete dental, preferentemente para el estudio dentario y peridentario. Pueden ser de tres tipos:

- Periapicales o Retroalveolares (Figura 5).

Exploran el diente en su totalidad, el espacio periodontal y el tejido óseo que lo rodea.

- Interproximales o de Aleta de Mordida (Figura 6).

Se realizan de forma rutinaria en el estudio sistemático de la caries dental, sobre todo en espacios interproximales y como diagnóstico de recidivas de caries, siendo su utilización más frecuente en la práctica odontopediátrica. Permiten visualizar la región coronal y cervical de los dientes de ambas arcadas a la vez.

- Técnicas oclusales (Figura 7).

Suelen complementar a las técnicas periapicales en el estudio de la extensión buco-lingual de procesos patológicos (fracturas, quistes, tumoraciones,...), localización de cuerpos extraños y posición de dientes retenidos.

Técnicas extraorales.-

Están especialmente indicadas en el estudio del macizo máxilo-facial, arcos dentarios, senos faciales, ATM, y glándulas salivales. No son técnicas habituales en Odontología.

Técnicas especiales.-

- Ortopantomografía (OPT) o radiografía panorámica (Figura 8).- Facilita en una sola imagen información sobre ambos maxilares, tanto

de las estructuras óseas como de las dentarias, tales como alteraciones estructurales óseas, osteopatías, dientes retenidos, supernumerarios, fracturas,...

Proporciona una visión de conjunto del desarrollo de los gérmenes dentarios, durante su proceso de calcificación y erupción, indispensable para la determinación radiológica de la edad dental.

Telessi radiografía lateral de cráneo (Figura 9).

Nos permite valorar el tamaño y posición del maxilar y mandíbula, y su patrón de crecimiento, por lo que se asocian con estudios cefalométricos en ortodoncia y cirugía máxilo-facial.

En función de la disponibilidad de registros dentales previos, el examen radiológico nos proporcionará los siguientes datos identificativos:

Identificación radiológica comparativa.-

La menor incidencia de caries, como consecuencia del desarrollo de la odontología preventiva que ha propiciado mejores niveles de salud bucodental en la población, determinará un número cada vez menor de tratamientos restaurativos. Debido a ello, el desarrollo de técnicas que permitan identificaciones fiebles, aun en ausencia de tratamientos dentales, se hace cada vez más necesario y es objeto de numerosos estudios basados, fundamentalmente en el cotejo radiológico (MACLEAN '94, KOGON '95), y el empleo adicional de métodos computadorizados de análisis de imagen, inicialmente aplicados con fines diagnósticos (WENZEL '94).

Las figuras 10 y 11 representan un caso de identificación basada en una sola restauración. La figura 10 corresponde a una radiografía de aleta (registro antemortem) efectuada a la presunta víctima a los 12 años de edad (apreciase la ausencia de contacto oclusal a nivel de segundos molares), que muestra la presencia de una obturación de amalgama en 1.6. La figura 11 representa la radiografía efectuada al cadáver (registro postmortem), en un angulación similar a la original, habían transcurrido 3 años entre ambos registros, por lo que la edad de la víctima era de unos 15 años (obsérvese el contacto oclusal alcanzado entre los segundos molares). En esta imagen se observa la presencia de obturaciones de amalgama en 1.5 y 1.6. La coincidencia de la obturación en 1.6 no es un dato de mucho valor identificativo, dado el alto porcentaje de población española que previsiblemente presenta una restauración de este tipo en esa localización. Sin embargo, el estudio radiológico nos permite observar el contorno de la cavidad obturada, cuya especificidad en este caso sí es suficiente para

concluir una identificación positiva.

Para conseguir un buen cotejo de los registros radiográficos, es imprescindible que las radiografías realizadas sean de buena calidad y se ajusten a los estándares considerados para cada una de las técnicas, incluyendo una correcta angulación, exposición y revelado. En ocasiones serán necesarias ciertas variaciones que nos permitan reproducir la forma en que fueron tomadas las radiografías iniciales. La reproducción de las condiciones en que se efectuó el registro antemortem especialmente la angulación del haz de rayos y las posibles deformaciones sufridas por la película al ser sujetadas por el propio paciente constituyen los problemas fundamentales con los que nos enfrentamos a la hora de efectuar un cotejo radiológico fiable.

Aunque se han desarrollado diversos métodos estadísticos, no se han establecido los estándares que permitan conocer el número concreto de puntos de comparación necesarios para obtener una identificación indiscutible (SMITH >88). Los puntos de comparación no tienen por qué ser necesariamente un diente o una restauración, sino pequeños rasgos distintivos radiográficos.

La figura 12 corresponde al único registro antemortem proporcionado por el dentista que había tratado a la víctima cuya identidad se presumía por las investigaciones policiales. Representa una radiografía periapical efectuada en el curso de un tratamiento de endodoncia en un 2.3. La figura 13 representa la radiografía postmortem obtenida del cadáver. Puede apreciarse cómo excepto el 2.4, el resto de los dientes se habían perdido postmortem, lo que impedía valorar precisamente el tratamiento del 2.3. En este caso, la morfología de los sacos alveolares, representada por el trazo de los refuerzos corticales de la lámina alveolar, es absolutamente idéntica en ambos registros lo que, en ausencia de restauraciones, nos permite efectuar la identificación. Esta coincidencia se aprecia con mayor detalle en la superposición realizada (Figura 14).

IDENTIFICACION POR LOS MODELOS DE ESTUDIO.

Los modelos dentarios son reproducciones fieles, generalmente en escayola, de los dientes y las estructuras peridentarias, que se preparan para la planificación, confección y evaluación de ciertos tratamientos dentales (prótesis, ortodoncia,...). Tienen por tanto un gran valor identificativo, ya que nos proporcionan un duplicado a tamaño real, de las arcadas dentarias

del paciente (PRIETO '96).

Las figuras 15 a 17 muestran un caso de identificación por modelos de escayola. Se trata del caso de una joven de unos 20 años de edad, desaparecida dos años antes del hallazgo de su cadáver que se encontraba completamente esqueletizado. La exploración odontológica puso de manifiesto la presencia de algunos tratamientos preventivos (restos de selladores de fisuras) y restauradores (obturación de amalgama en surco oblícuo de 2.6, obturaciones de resina en 3.6 y 3.7). Afortunadamente en este caso, la familia conservaba unos modelos de escayola que se habían realizado como parte del plan de tratamiento ortodóncico de una patología oclusal varios años antes de la desaparición. El cotejo de los FIGURA 15 modelos de escayola (Figura 15) con los maxilares de la víctima (Figuras 16 y 17) FIGURA 16 fue definitivo para la identificación. Además de observar perfectamente la FIGURA 17 restauración del 2.6 y la existencia de una agenesia del 2.2 y una cúspide accesoria a nivel de la cúspide mesio-vestibular de 2.7, los modelos permitieron efectuar una comparación métrica de los diámetros mesio-distales y vestibulo-linguales de los dientes conservados en el cadáver y de las estructuras esqueléticas.

Reconstrucciones protésicas y marcado de prótesis.-

Aunque no constituye propiamente un registro dental, en el sentido en que éstos han sido definidos, las reconstrucciones protésicas obedecen a un diseño individual realizado por el odontólogo, por lo que las características de su diseño y confección pueden ser de utilidad en los procedimientos identificativos (BORRMAN '95).

En ocasiones el sujeto no porta la prótesis en el momento de su fallecimiento y su correcta inserción en los maxilares del cadáver permite llevar a cabo la identificación. Este es el caso representado en las figuras 18 a 20. La figura 18 corresponde a la mandíbula del cadáver de una mujer cuyo cuerpo esqueletizado se encontró en una zona despoblada cerca de su lugar de residencia. Se observa una edentación del sector posterior de la hemimandíbula izquierda, con un elemento de retención en 3.3 (atache) para una prótesis removible. La documentación hallada junto al cadáver presuponía la identidad de la víctima, encontrándose en el registro efectuado en su domicilio una prótesis parcial removible inferior (Figura 19) que se adaptaba perfectamente a la mandíbula del cadáver, con una correspondencia perfecta de los elementos de retención (Figura 20). No obstante, la pérdida de los dientes conlleva una serie de cambios en los tejidos de soporte durante un prolongado

periodo de tiempo, entre ellos la reducción del volumen de hueso sobre que da soporte a la dentadura. Esto supone que cuando un individuo porta una dentadura durante un cierto tiempo, ésta va perdiendo su ajuste inicial, lo que puede dificultar la adecuada inserción y, por tanto, la identificación. El patrón de desgaste de los dientes de la prótesis con respecto a la arcada antagonista nos ayudará, en ocasiones, a superar estos problemas (WHITTAKER '89).

El análisis de los materiales usados en la construcción de las dentaduras también puede tener valor identificativo, así como las fracturas y reparaciones de las bases o dientes de las prótesis acrílicas (LUNTZ '73).

Se han descrito diversos métodos para el marcado de prótesis (FERRARI '93, FURST '94, THOMAS '95) consistentes en el registro de las iniciales, nombre del paciente o su número de identidad, con alambres embutidos en el espesor del acrílico o mediante el fresado. HANSEN (HANSEN '91) propone el uso de un disco intraoral de plástico o metálico de 2,5 a 5 mm². Estos microdiscos fueron propuestos por la ADA en 1985, así como la formalización de un registro denominado Registro de Identificación Dental Americano, pero el proyecto fue cancelado en 1986.

BIBLIOGRAFÍA.

-Andersen L, et al. Individual identification by means of conventional bitewing film and subtraction radiography. *Forensic Sci Int.* 1995 Mar 21; 72(1): 55-64.

-Andersen L, et al. Odontological identification of fire victims??potentialities and limitations. *Int J Legal Med.* 1995; 107(5): 229-234.

-Beale DR. The importance of dental records for identification. *NZ Dent J.* 1991 Jul; 87(389): 84-87.

-Benthaus S. A new technique for the postmortem detection of tooth-coloured dental restorations. *Int J Legal Med.* 1998; 111: 157-159.

-Borrman H, et al. Denture marking. Clinical and technical aspects. *J Forensic Odontostomatol.* 1995 Jun; 13(1): 14-17.

-Cecchi R, et al. Incorrect identification of a military pilot with international implications. *Int J Legal Med.* 1997; 110(3): 167-169.

-Donado M. Cirugía bucal. Donado ed. Madrid. 1990.

-Ferreira J, et al. Oral autopsy of unidentified burned human remains. A new procedure. *Am J Forensic Med Pathol.* 1997 Sep; 18(3): 306-311.

-Ferrari M. A simple method for permanent identification of porcelain veneered crowns and fixed partial dentures. *J Prosthet Dent.* 1993 Nov; 70(5): 480.

-Figun ME, Garino RR. Anatomía odontológica funcional y aplicada. Buenos Aires: El Ateneo. 1980.

-Furst G. The marking of removable dentures both full and partial dentures. *J Forensic Sci.* 1994 May; 39(3): 597.

-Hansen RW. Intraoral micro-identification discs. *J Forensic Stomatol.* 1991;9(2):77-91.

-Happonen RP, et al. Use of orthopantomographs in forensic identification. *Am J Forensic Med Pathol.* 1991 Mar; 12(1): 59-63.

-Jacobsen J, et al. Paper. 13 th Meeting of I.A.F.S. Düsseldorf. Germany. 1993

-Kavaal S et al. A non-destructive dental method for age estimation. *J Forensic Odontostomatol.* 1994; 12: 6-11.

-Keiser-Nielsen S. Dental identification: certainty v probability. *Forensic Sci* 1977; 9:87-97.

-Kogon SL et al. The validity of bitewing radiographs for the dental identification of children. *J Forensic Sci.* 1995; 40:1055-1057.

-Luntz L.L. Handbook for Dental Identification. J.B. Lippincott Company ed. 1973.

-Maclean DF. Validation of dental radiographs for human identification. *J Forensic Sci.* 1994; 39, 5:1195-1200.

-Pasler FA. Radiología Odontológica. Masson-salvat ed. Barcelona. 1991.

-Phillips VM, et al. Exhumation following incorrect identification. A case report. *J Forensic Odontostomatol.* 1992 Jun; 10(1): 7-14.

-Prieto J.L. Identificación dental. Técnicas radiológicas. *Rev. Esp. Med. Leg.* 1996 Jul-Dic; XX(76-77):71-83.

-Smith E et al. Proceedings of the first national symposium on dentistry=s role and responsibility in mass disaster identification. American Dental Association. 1988.

-Thomas CJ, et al. In search of a suitable denture marker. *J Forensic Odontostomatol.* 1995 Jun; 13(1): 9-13.

-Villa Vigil MA, et al. Simplified method of odontograms for individual identification. *Quintessence Int.* 1990 Dec; 21(12): 1013-1018.

-Wenzel A et al. A quantitative analysis of subtraction images based on bite-wing radiographs for simulated victim identification in forensic dentistry. *J Forensic Odontostomatol.* 1994; 12:1-5.

-Whittaker DK. A colour atlas of forensic dentistry. London: Wolfe Medical. 1989.

IDENTIFICACIÓN POR RADIOLOGÍA Y ANÁLISIS DE IMAGEN.

José Antonio Sánchez Sánchez.

INTRODUCCIÓN.

El análisis de imagen y el análisis radiográfico son dos técnicas que se complementan en los estudios de Antropología Forense. Vamos a tratar de diferenciar estos conceptos y también establecer su complementariedad en el estudio antropológico-forense.

Cuando realizamos una radiografía visualizamos la imagen directamente y sin mediar ningún otro instrumento que modifique o altere nuestra visión de ella, mientras que cuando vamos a estudiar un objeto cualquiera o una placa radiográfica mediante Análisis de Imagen, estamos asumiendo que esa visión de la placa va a estar mediatizada por las modificaciones que proporciona un ordenador que posee un determinado software capaz de darnos una visión distinta a la original y en general mejorando la imagen primitiva.

Vamos a describir, hecha la distinción anterior cada una de estas dos técnicas, igualmente importantes en el estudio antropológico-forense.

ANÁLISIS RADIOGRÁFICO.

Es una técnica de estudio no destructiva que puede ser de gran ayuda para establecer la edad en un niño o joven, traumatismos. En los dientes puede informarnos sobre la formación de abscesos, cemento radicular, hipoplasia del esmalte, enfermedad periodontal y caries entre otras alteraciones.

La radiología es de gran importancia también en el estudio de los cadáveres carbonizados, ya que el estado frágil y quebradizo de los huesos en estos cadáveres hace que en muchas ocasiones si no hemos tomado la precaución de realizar una radiografía perdamos una buena parte de los signos. Debemos recordar siempre que antes de la apertura de un cadáver debemos realizar un estudio radiográfico lo más completo posible, ya que cuando tratamos de abrir cavidades o si intentamos extraer maxilares para ver el estado de los dientes puede ocurrir una destrucción de signos que pueden ser de utilidad en nuestro estudio. Si se ha realizado la radiografía vamos a disponer siempre de un elemento de referencia cuando se haya destruido algunas de las partes del cadáver.

Otras de las aplicaciones es la detección de proyectiles, fragmentos de metal o cualquier otra materia radiopaca que se encuentre dentro del

cadáver.

Otra de las aplicaciones clásicas de la radiología en Antropología Forense es el cotejo entre las radiografías post-mortem con radiografías realizadas en vida.

Dentro de los signos identificativos más estudiados desde el punto de vista de su fiabilidad en la identificación antropológico-forense se encuentran el estudio de los senos frontales y de la silla turca. Si disponemos de una radiografía de senos realizada en vida y de una realizada en el cráneo que estamos estudiando la concordancia en cuanto a tamaño y forma de los senos frontales si pertenecen al mismo individuo es total.

Igualmente si disponemos de una radiografía en la que es visible la silla turca, el proceso de identificación cuenta igualmente con una alta seguridad de acierto.

Para llevar a cabo el estudio de los senos debemos radiografiar el cráneo en un plano lo más semejante posible al que se tomó en vida del sujeto, es decir en un plano occipito-mentoniano. La mejor forma de conseguirlo es poniendo en contacto el frontal y huesos nasales del cráneo con la placa radiográfica y con la entrada del haz de rayos por el plano occipital.

En cuanto a la visualización de la silla turca basta con poner el cráneo en un plano lateral y buscar las constantes de disparo adecuadas para el equipo de que disponemos.

La silla turca tiene además la ventaja de estar protegida por las estructuras craneales, dada su posición central, y que por tanto puede resultar más difícilmente dañada por procesos destructivos craneales. Para realizar la comparación entre una radiografía tomada antemortem y postmortem debemos fijarnos en: el ángulo formado por el plano basal y anterior de la base craneal, forma y volumen de la silla turca, detalles de la estructura ósea y neumatización de la silla.

Además de estos rasgos que han sido los más ampliamente estudiados, cualquier otra circunstancia radiográfica puede ser utilizada para hacer el diagnóstico de identidad del sujeto. Así podemos comparar antiguas fracturas que existan en los huesos, aparición de ciertas particularidades como son espina bífida, o determinadas malformaciones o variantes de la normalidad que podamos localizar en ese esqueleto.

También últimamente han aparecido algunos artículos (Hertshkovitz et al, 1999) que resaltan la importancia que tiene la impronta que dejan las

venas del diploe en el cráneo, llegando incluso a sistematizar estas marcas, clasificándolas como: forma de araña, serpenteante, coronal, bonsai, lacunar o híbrido. Habrá que esperar para comprobar la efectividad de esta clasificación, ya que parece que algunas formas de la colección de cráneos de la Escuela de Medicina Legal, que han sido radiografiados, no se adaptan a las descritas por este autor.

La radiología juega también un importante papel en la identificación en caso de Grandes Catástrofes. En el caso de accidentes de avión, trenes, barcos, incendios, inundaciones, etc., suele ocurrir una gran destrucción de personas y cosas, por lo que el análisis radiográfico puede sernos de gran utilidad.

Finalmente hemos de señalar la necesidad de disponer en los laboratorios de Antropología Forense un equipo de radiología y en el caso de Grandes Catástrofes un equipo móvil y de tener siempre presente para nuestro trabajo: miliamperaje, kilovoltios, tiempo de exposición, característica de la película, y distancia de disparo, que no serán las mismas que para las radiografías convencionales realizadas en clínica.

ANÁLISIS DE IMAGEN.

En el análisis de imagen con fines forenses podemos distinguir entre el cotejo retrato o cráneo fotográfico y la reconstrucción de partes blandas.

En el primer caso, es decir, cuando disponemos del cráneo y del retrato o fotografía del individuo podemos distinguir tres etapas:

1.- Anterior a la aparición de la fotografía. En ella se trata de identificar los cráneos de personajes famosos valiéndose de los retratos, bustos, máscaras mortuorias o cualquier otro tipo de representación del sujeto en vida.

2.- Aparición de la fotografía, que se introduce en el mundo forense de la mano de Bertillon, criminólogo francés que establece una serie de puntos característicos faciales para la identificación de los criminales. Con la aparición de la fotografía se realizan los primeros trabajos fidedignos de identificación forense mediante superposición cráneo-fotográfica.

3.- Introducción de los ordenadores. Con la introducción del ordenador la superposición cráneo-foto se agiliza y se intenta llegar a conclusiones de certeza en cuanto a identificación individual se refiere.

Vamos a revisar progresivamente cada uno de los puntos anteriores.

1.- Etapa Histórica.

Los primeros trabajos precursores del actual

estudio de análisis de imagen se remontan al siglo pasado y son un ejercicio de reconstrucción histórica. Iscan y Helmer (1993) citan a Wecker (1883) o His (1895), como precursores de este tipo de estudios. Estos autores realizan un gran número de medidas de los tejidos blandos y establecen las primeras relaciones con los rasgos externos del individuo. Esta idea básica persiste hasta la actualidad.

Las conclusiones de estos métodos dependen de si el examinador puede realizar comparaciones con un retrato, busto, una máscara mortuoria, etc. His en 1895 modela un busto en un molde de yeso a partir del cráneo de Juan Sebastian Bach, de acuerdo con las medidas de los tejidos blandos. Para establecer las características faciales usa alguno de los retratos que se creía que poseían las características más fiables de este personaje. Por esta vía His identifica el cráneo de Bach, determinado además en el esqueleto la edad, sexo, estatura, y data de la muerte. (figura 1)

Figura 1. Reconstrucción facial de J. S. Bach (His,1895)

Welcker en esta misma época (1883), dibuja un contorno del cráneo y de la máscara mortuoria y los posiciona, de forma que los dos contornos dibujados estén en una correspondencia exacta. De esta forma identifica el cráneo de Inmanuel Kant.

Otro de los casos bien documentados es el estudio que realiza en 1926 Pearson sobre el cráneo de George Buchanan (humanista escocés del siglo XVII) y que es descrito por Krogman e Iscan (1986). El método que sigue Pearson es el siguiente: Primero mide el cráneo de una forma cuidadosa y precisa y lo compara con otros cráneos históricos y con una muestra de población contemporánea del siglo XVII. Basado en esta comparación Pearson establece que Buchanan tenía un cráneo mas pequeño que la media de las personas del siglo XVII.

El siguiente paso es la preparación de un dibujo del contorno craneal basado en las medidas. 1. Un contorno transverso, y una fotografía del cráneo en vista facial.

2. Un contorno sagital, y una fotografía del cráneo en visión lateral izquierda.

3. Un contorno horizontal, y una fotografía del cráneo desde arriba.

La impresión general es que se trata de un cráneo ancho, con una bóveda craneal baja y una frente huidiza, occipucio redondeado y un contorno oval pequeño visto desde arriba.

El paso siguiente y final es ver como este contorno craneal se superpone con un retrato conocido. Este es el mayor problema, dado que el cráneo está orientado en los planos facial, lateral y superior, mientras que un retrato no está tan

cuidadosamente orientado. Como regla general la visión facial es vista generalmente hacia un lado, el izquierdo o el derecho. Por lo tanto existe un problema de entrada para realizar una superposición precisa. (figura 2)

Figura 2. Superposición retrato-fotográfica de

Buchanan, realizada por Pearson.

En este punto debemos decir que la superposición retrato-fotográfica es un fascinante ejercicio de historicidad, pero poco más, dado que los pintores muy a menudo favorecen en el retrato la persona a la que pintan con lo que deforman la métrica de la cara.

2. Aparición de la fotografía superposición craneo-fotográfica.

Con la aparición de la fotografía se cree tener resuelto el problema de la identificación, dado que si se dispone de la fotografía de un individuo podremos identificarlo en cualquier momento. Esta creencia dio lugar a importantes errores judiciales, en individuos que físicamente tenían un gran parecido, de tal manera que Bertillon estableció lo que llamaría el retrato hablado o Bertillonaje, en el que se señalaba como debían tomarse la fotografía de perfil y de frente, y se señalaban los rasgos de la cara, nariz, orejas, del individuo a fin de que el reconocimiento fuera más fidedigno.

Este método que aun con estas premisas siguió dando algunos errores, no es aplicable cuando disponemos de un cráneo y de una fotografía que se sospecha que pertenece a la persona en vida, dado que no podemos comparar los rasgos de la misma manera. Para realizar este cotejo debemos orientar el cráneo en la misma posición que tiene la fotografía. Conseguir esta orientación es difícil dado que la fotografía está casi siempre en un ángulo desviado, es decir ni en visión facial ni en visión lateral estricta.

Krogman e Iscan (1986), exponen varios casos históricos en los que empezó a aplicarse esta técnica. Uno de los primeros según estos autores es el que expone Lander en el que examina un caso de un esqueleto de edad, sexo y raza conocida del que existía una fotografía en vida. Lander solo en base a la inspección visual concluye que " parece bastante improbable que nadie examinando el cráneo postulara que existe un tipo similar de cara como el visto en la fotografía". Como podemos observar estos primeros cotejos carecen de rigurosidad y no se pueden considerar válidos para establecer una identificación.

Prinsloo en 1953 usó fotografías de

presumibles víctimas poniéndolas en relación con los rasgos craneales y consiguió unas comparaciones satisfactorias, pero el caso más famoso dentro del ámbito forense, es sin duda el que realizaron Glaister y Brash en el "Caso Ruxton" que describe Smith, 1961 y citan igualmente Krogman, 1986 e Iscan, 1993.

En la descripción de este caso Smith comienza con el siguiente párrafo: " A unos tres kilómetros al norte de Moffats, en la carretera de Edimburgo a Carlisle un puente cruza el Gordenholm Linn, pequeño afluente del río Annan. El Domingo 29 de Septiembre de 1935 una mujer que cruzaba este puente se paró a contemplar el correr del agua y en una de las márgenes del río vio un brazo humano. La policía buscó y en un buen trecho del río recogió setenta trozos de restos humanos, que incluían dos cabezas y un tronco". Con este hallazgo da comienzo una investigación que llevaría finalmente a la detención de Dr. Buck Ruxton, por el doble asesinato de Ysabella Ruxton, su mujer, y de Mary Rogerson la doncella que cuidaba de sus hijos.

Desde nuestro punto de vista lo que este caso tiene de novedoso es la utilización por parte de Glaister y Brash de la superposición craneo-fotográfica, como método para establecer cual era el cráneo perteneciente a Mrs Ruxton y cual a Mary Rogerson.

El método que emplean es el siguiente:

1.- Realizan un dibujo del contorno de la fotografía y del cráneo en la misma posición de las dos mujeres.

2.- Superponen ambos dibujos y ven los puntos de coincidencia.

Para validar su método Glaister y Brash fotografian la cabeza de un cadáver y posteriormente el cráneo en la misma posición que tenían las fotografías de Mrs Ruxton y Mary Rogerson realizando el dibujo del contorno de ambos y mostrando como son coincidentes.

Los problemas que se plantean con este tipo de técnica son:

a) Tamaño de la cabeza en la fotografía. Debemos tener algún objeto para comparar. En el caso Ruxton era una diadema que llevaba en la foto.

b) Es difícil conseguir situar el cráneo en la misma posición que tiene la cabeza en la fotografía, los ángulos de rotación y la inclinación juegan un papel decisivo y sin instrumentos es difícil de determinar la posición exacta.

c) El tiempo necesario. Se necesita mucho tiempo para realizar estas técnicas de superposición debido a las veces que hay que repetir las fotografías en diferentes posiciones. (figura 3)

Fig. 3. Ysabelle Ruxton y la superposición de Glaister y Brash

A partir de este trabajo de superposición cráneo-foto y hasta la introducción del ordenador, se siguen usando sistemas que son parecidos a este primero aunque algunos con modificaciones que permiten una mayor comodidad a la hora de superponer como es la proyección del cráneo en una fotografía, método que utilizan Grüner y Reinhart en 1959. (figura 4)

Fig. 4. Método de Grüner y Reinhard para superposición de imagen

3.- Introducción del los ordenadores.

La introducción del sistema de video y de los ordenadores hacen que esta técnica avance en cuanto a facilidad en su realización y en cuanto a fiabilidad en sus resultados.

Isca en 1980 llevó a cabo un gran número de superposiciones usando un video. Para ello utiliza dos cámaras que captan una imagen del cráneo y una imagen de la fotografía que lleva a un mismo tamaño y después mezcla. Con este método se empezó colocando la fotografía en un panel y el cráneo en un trípode. Los ejes cámara-objeto se toman paralelos uno al otro. El cráneo se orientó en la misma posición que la fotografía. Varias marcas como nasion, márgenes infraorbitales, márgenes externos de las órbitas, dientes anteriores (cuando están presentes en la foto) y otros se marcan en la fotografía y en el cráneo. Cuando es necesario la cámara se mueve solo a lo largo del eje objeto-cámara. El proceso completo lleva alrededor de una hora y puede ser realizado por dos personas, una observando el monitor y la otra ajustando la orientación de las cámaras.

El desarrollo de esta técnica tiene principalmente dos dificultades: la orientación del cráneo exacta y la ampliación precisa de la imagen del rostro respecto a las dimensiones del cráneo. De la resolución de este problema se han preocupado gran número de autores y han publicado sus opiniones y resultados, así Chai et al(1989) proponen resolver la exacta orientación del cráneo mediante la determinación de unos índices en la fotografía. Otros trabajos como el de McKenna (1988) tratan de resolver este problema estableciendo las dimensiones dentales para determinar el factor de magnificación, aunque no siempre es posible. En ocasiones se ha recurrido a la distancia interpupilar de una segunda persona (Loth et al,

1989).

Otros autores diseñan un equipo para la realización de las fotografías craneales necesarias para el cotejo (Mackenna, 1988),(Brocklebank, 1989). Se ha propuesto por Pesce Delfino (1986) la evaluación de la congruencia de una superposición mediante un método ayudado por ordenador. Finalmente en el campo judicial estas técnicas que utilizan la videosuperposición señalan algunos autores (Iten, 1987), (Helmer, 1987) que han alcanzado en algunos casos resultados satisfactorios. La flexibilidad, variaciones y limitaciones de esta técnica son comentadas también por otros autores como Bastiaan(1986).

En el laboratorio de Antropología Forense de la Escuela de Medicina Legal de Madrid, hemos utilizado un Analizador de Imagen (VIDAS KONTRON) con el que tenemos experiencia en este tipo de trabajos. El software VIDAS permite al usuario establecer sus propios programas de ejecución sucesiva de funciones; de esta manera, se pueden elegir las más apropiadas al estudio que se plantea. Así, su versatilidad puede abarcar muchas otras aplicaciones que las mencionadas, y entre ellas la que hemos desarrollado en este Laboratorio.

Los primeros trabajos se realizaron adaptando el software para la superposición cráneo-fotográfica del siguiente modo: mediante las funciones *TV on line* e *Input* se introduce una imagen de la fotografía del sujeto a identificar. Mediante el grupo de funciones *Edit* se trazan una serie de líneas que coincidan con accidentes relevantes del rostro con correspondencia en el cráneo. Las líneas que con mas frecuencia se seleccionan son la horizontal supraciliar, la horizontal de ambos ectocantios, la horizontal subnasal y la horizontal por ambos ectoquellios. Se obtiene una imagen digitalizada mediante la función *discriminate 2 level*, lo que nos permite mediante la función *contour* obtener un dibujo superpuesto, (*overlay*), que permanece durante la aplicación de la función *scal TV*, diseñada para medir densidades de gris sobre una imagen en directo y utilizada en nuestro caso con el propósito de la superposición. Lo que recoge la cámara en esta última función es el cráneo del sujeto que se va a identificar que podemos situar en la orientación y aumento que mas convenga, dado que la imagen está en directo. Una vez obtenida la comparación mas adecuada, mediante el grupo de funciones podemos combinar ambas imágenes y ver el resultado.

En la actualidad se usa en este laboratorio un sistema modificado del anterior en el que a partir de tener fijada la imagen y habiendo fijado los puntos y líneas de referencia que creamos convenientes se pasa a usar la función SECTION

ALIGN que permite visualizar la fotografía (estática) y el cráneo (que podemos mover). Cuando están el cráneo y la fotografía alineadas y en el mismo tamaño grabamos en una memoria diferente la imagen del cráneo. Finalmente a través de la función COMBINE podemos combinar ambas imágenes, la de la fotografía y la del cráneo, y así obtener una superposición definitiva. Siguiendo el mismo procedimiento se puede obtener la superposición en el caso de dientes aislados o en grupo para comprobar que se superponen o no con la fotografía del individuo probable. Sobre este último punto de superposición de dientes se citan varios casos en el libro de Moya, Roldán y Sánchez (1994).

A pesar de que con esta técnica se han conseguido solventar algunos de los problemas que exponíamos anteriormente, como es el tiempo necesario para realizar la superposición que se reduce extraordinariamente a la vez que también se gana en fiabilidad, siguen existiendo problemas para llegar a una completa identificación positiva de una persona. Uno de estos problemas es la fotografía que recibimos para establecer la comparación. Normalmente esta fotografía ha sido tomada en unas condiciones que desconocemos: tipo de cámara, luz, tiempo de exposición, ángulo de inclinación, expresión y posición del individuo, etc.

También las imágenes recogidas en una cámara de vídeo tienen el problema de que son de difícil delimitación, además de que normalmente tampoco se toman en buenas condiciones de luz, posición etc.

La fisonomía del individuo influye igualmente en la fiabilidad de la superposición, ya que la expresión facial, el estilo del peinado, cantidad de pelo, existencia de barba, la existencia o pérdida de dientes etc., pueden influir negativamente en su identificación.

La edad que tenía el individuo al tomar la fotografía, si es antigua puede que acentúe las diferencias en algunos aspectos, como nariz, oídos, o en caso de que haya padecido un traumatismo puede modificarse su aspecto. Alteraciones por cirugía plástica, utilización de gafas, u otra cualquier modificación de la cara pueden representar un inconveniente para realizar la superposición. Debemos señalar finalmente que la mayoría de las veces podemos conseguir un diagnóstico negativo de superposición, es decir, señalar que la fotografía y el cráneo no son coincidentes. Mas difícil es conseguir una identificación positiva y siempre que creamos que esta identificación es positiva debemos corroborarlo con otros datos que nos confirmen dicha identificación. (Figura 5).

Fig. 5. Superposición en nuestro laboratorio,

con la técnica descrita.

Reconstrucción de partes blandas.

Si disponemos del cráneo de un individuo y tratamos de identificar a quien perteneció en vida y no disponemos de fotografías con las que cotejarlo, solo queda como solución la tratar de reconstruir las partes blandas.

Los primeros trabajos en este sentido son los ya citados de His en 1885. His utilizó una aguja con un tope de goma, que introducía en ángulo recto en determinados puntos hasta que esta chocaba con el hueso. La goma se desplazaba y con ello conseguía medir el grosor de partes blandas. Kollman y Buchly en 1898 ampliaron el trabajo de His, también en cadáveres y establecieron cuatro categorías de individuos: delgados, muy delgados, gruesos y muy gruesos y de acuerdo con ello establece una serie de medidas de grosores de tejido dividido en varón medio (muy delgado y bien alimentado) y mujer media (delgada y bien alimentada), junto con las desviaciones mínima y máxima para ambos sexos.

Otros autores utilizan este mismo método determinan el grosor de partes blandas en negros americanos, melanesios, papuas y japoneses.

Altman (1963) toma la medida del grosor de partes blandas utilizando radiografías en posición lateral en niños americanos negros entre 12 y 16 años y establece sus propias medidas.

Krogman (1986) cita una serie de reglas empíricas que pueden ayudar a establecer las proporciones de la cara. Estas reglas empíricas así como la reconstrucción bidimensional (reconstrucción de partes blandas a partir del cráneo sobre un perfil frontal y uno lateral) se encuentran pormenorizadas en la obra de Krogman, a la que remitimos a aquellos lectores que tengan interés en conocerlas.

C) OTRAS APLICACIONES

La posibilidad de discriminación a través de densidades de gris de la imagen y de realizar cualquier medida sobre la parte de la imagen discriminada hacen también muy útil el análisis de imagen aplicado a ciertas estructuras óseas (macro o microscópicas); así en el primer caso se han realizado algunos trabajos sobre métrica y morfología dental.

Sánchez y Gómez, (1987) realizan un estudio sobre el agujero obturador en el hueso coxal, tratando de establecer si existe una relación entre el factor forma (factor forma elíptico y circular) y el sexo del individuo no encontrando una relación significativa. Roldán (1989) utilizando análisis de imagen mide el área, perímetro, diámetro máximo y diámetro mínimo en incisivos, caninos y premolares y llega a la conclusión de que el área

de los caninos es la que mejor discrimina desde el punto de vista del sexo del sujeto. Lopez-Nicolas (1991) estudia mediante un analizador de Imagen IBAS I los incisivos centrales que previamente secciona y estudia los siguientes parámetros: radio de la corona a nivel del cuello, radio de la raíz a una distancia equidistante entre el cuello y la punta de la raíz, anchura de la pulpa a esta altura y distancia entre el final de la pulpa y el foramen apical. Estas áreas que miden incluyen dentina secundaria, transparencia de la raíz, área pulpar completa, área pulpar desde el apex hasta el límite de la pulpa en la unión amelo-cementaria, reabsorción radicular, anchura del cemento, área ideal de la corona, y atrición de la corona. A partir de este estudio obtiene que las variables que tienen mejor significación con respecto a la edad son: grosor de la pulpa a nivel de la unión amelo-cementaria, grosor de la dentina secundaria, transparencia de la raíz, área total de la pulpa, longitud de la corona, y unión del ligamento periodontal. Posteriormente este mismo autor y Luna (1991), estudian 72 dientes humanos (incisivos y caninos) y aunque los resultados no son concluyentes señalan que el uso del Analizador de Imágenes es una técnica que puede eliminar la subjetividad de las determinaciones que se realizan por métodos de observación directa. Jiménez (1994), estudia una muestra de 55 cráneos, 28 varones y 27 mujeres, y establece con el siguiente protocolo:

PLANO	NORMA
Vertical o superior	Vertical o superior
Lateral	Lateral
Occipital	Occipital
Agujero occipital	Basal
Facial	Facial
Orbita derecha	Facial
Orbita izquierda	Facial
Nasal	Facial

Una vez seleccionados los planos estudia con un Analizador de Imagen IBAS II y se introducen como variables a estudiar el área, perímetro, diámetro máximo y diámetro mínimo de los planos señalados. Después de medir estas variables y realizar un estudio estadístico analítico mediante un test de homogeneidad para estimar la significación estadística ($p < 0.01$) de las diferencias de las distintas variables en relación con el sexo, llega a las siguientes conclusiones:

- En el plano vertical, plano lateral, plano occipital y en el plano basal las cuatro variables estudiadas presentan unas diferencias estadísticamente significativas en relación al sexo.

- En el plano agujero occipital son estadísticamente significativas para el sexo en el

perímetro y diámetro mínimo.

- En el plano facial existe diferencia significativa con respecto al sexo en la medida del área.

- En el plano órbita derecha y órbita izquierda no existen diferencias significativas.

En el plano nasal, tanto el perímetro como el diámetro máximo presentan diferencias estadísticamente significativas.

Tras este estudio Jiménez concluye que comparando los aciertos obtenidos utilizando el análisis de imagen en la determinación del sexo, son en general superiores al 80% y que cuando se combinan las medidas de los planos occipital, basal, del agujero occipital y facial los aciertos suben al 91.66 %. Con plano lateral y plano basal combinados los aciertos son del 90.62 %. También en el terreno de las mediciones microscópicas se ha realizado una tesis (Prieto, 1993) en la que se estudia un total de 60 muestras (37 varones y 23 mujeres) a partir de autopsias de cadáveres judiciales de sujetos cuya edad no superaba los 20 años. El lugar de la extracción de la muestra es la cresta ilíaca derecha, interesando a la cortical y medular. Tras la fijación, corte y tinción somete a las muestras a un muy completo análisis histomorfométrico (contaje de osteoclastos, medición de anchura de los ribetes de osteoide, longitud total de osteoide, osteoblástica, de reabsorción, de reabsorción activa, perímetro trabecular, área medular, trabecular, de osteoide, volumen trabecular, volumen de osteoide, superficie osteoblástica activa, superficie relativa de osteoide con osteoblastos cúbicos, superficie relativa de absorción, superficie relativa de reabsorción activa, superficie específica de hueso trabecular, índice osteoclástico, anchura media de los ribetes trabeculares de osteoide, espesor medio de los ribetes de osteoide, índice de espesor trabecular, e índice de espesor medio de unidades estructurales trabeculares) mediante el analizador de imagen VIDEOPLAN (Kontron), y concluye que el método que propone es un método válido para la determinación de la edad en restos óseos infante-juveniles, siendo las variables Volumen trabecular, Superficie específica de hueso trabecular, Índice de espesor trabecular e Índice de espesor medio de las unidades estructurales Trabeculares las que mejor comportamiento tienen tras la aplicación de regresión lineal múltiple y aconseja dada la mayor facilidad y sencillez de obtención de las variables Volumen trabecular e Índice de espesor medio de las unidades estructurales trabeculares utilizar estas últimas. Sánchez Pérez, (1994) realiza su tesis doctoral sobre una muestra de 368 neonatos del Hospital Clínico de Madrid y aplica un programa de análisis histomorfométrico con

Videoplán, sobre radiografías de centros de osificación de tibia, peroné, núcleos del tarso, y núcleos de la rodilla, en los que estudia área, perímetro, diámetro máximo, diámetro mínimo, factor circular y factor elíptico.

En sus conclusiones establece la dificultad de establecer la edad gestacional solo en base a la presencia o ausencia de los núcleos de osificación y que la mejor relación edad gestacional y variables óseas se obtiene con la longitud total de la tibia, siendo el diámetro mínimo del calcáneo la más alta si solo se considera las variables de los núcleos de la rodilla y el tarso.

Martínez de Mandojana (1999), realiza una tesis en la que aplica el análisis de imagen para la estimación de la edad en dientes seccionados por la mitad utilizando la escala de grises sobre una superficie negra (plastilina), midiendo a continuación diente completo, corona, la pulpa dentaria, la raíz, y la transparencia radicular, para pasar a calcular posteriormente con los parámetros obtenidos cinco porcentajes: pulpa en diente, pulpa coronal, pulpa radicular, transparencia en diente, transparencia radicular.

Igualmente por análisis de imagen aplicado a imágenes microscópicas calcula la densidad de túbulos dentinarios, el área y calibre de los orificios del túbulo dentinario, distancia entre el centro de túbulos contiguos.

El autor concluye después de este estudio que este método muestra una alta fiabilidad y reproducibilidad contribuyendo a la mejora de la metodología clásica morfométrica disponible hasta el momento.

Finalmente hemos de señalar que el análisis de imagen en Antropología Forense, será una técnica a tener en cuenta en el futuro por dos razones:

1.- En la superposición craneo-fotográfica, en la que facilita enormemente la labor en laboratorio, y en la que el paso siguiente será la superposición con técnicas 3D que van a mejorar la fiabilidad de esta técnica.

2.- En el análisis de densidades de grises que hará que la predicción de ciertos parámetros clásicos en Antropología Forense como la edad o el sexo, se haga con mayor objetividad, fiabilidad, y con mayores garantías para su reproducibilidad por otros investigadores.

BIBLIOGRAFIA.

Bastiaan, R.J., Dalitz, G.D., Woodward, C.: Video Superimposition of Skulls and Photographic Portraits. A next Aid to Identification. *J. Forensic Sci*, 1986: 31(4): 1373-1379.

Brocklebank, L.M., Holmgren, C.J.: Development of Equipment for the Standardization of Skull Photographs in Personal Identification by Photographic Superimposition. *J.*

Forensic Sci, 1989: 34(5): 1214-1221.

Chai, D.S, et al: A study of the standard for Forensic Anthropology Identification of Skull Image Superimposition. *J. Forensic, Sci*, 1989: 34(6): 1343-1356.

Helmer, R.P.: Identification of Cadáver Remains of Josef Mengele. *J. Forensic Sci*, 1987: 32(6): 1622-1644.

Hertshkovitz et al: The elusive diploic veins: Anthropological and Anatomical Perspective. *Am. J. Ph. Anthropology* 1999: 108: 345-348.

Isçan, Y.I., Helmer, R.P.: *Forensic Analysis of the Skull*. Wiley-Liss, New York, 1993.

Iten, P.X.: Identification of Skulls by Video Superimposition. *J. Forensic Sci*, 1987: 32(1): 173-188.

Jiménez, M.A.: *Estudio Antropológico Físico de la comarca Sierra de Segura*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Facultad de Medicina. Madrid, 1994.

Krogman, W.M., Isçan, M. Y.: *The Human Skeleton in Forensic Medicine*. Charles C. Thomas. Springfield. 1986.

Loh, F.C., Chao, T.C.: Skull and Photographic Superimposition: A new approach Using a Second Party's Interpupil Distance to Extrapolate the Magnification Factor. *J. Forensic Sci*, 1989: 34(3): 708-713.

Lopez-Nicolas, M., Luna, A.: Application of automatic image analysis (IBAS SYSTEM) to age calculation. Efficiency in the analysis of several teeth from a single subject. *Forensic Sciences International*. 1991: 50: 195-202.

McKenna, J.J.I., Jablonski, N.G, Fearnhead, R.W.: A method of Matching Skulls with Photographic Portraits using Landmarks and Measurements of the Dentition. *J. Forensic Sci*, 1984: 29(3): 787-797.

McKenna, J.J.I.: A Method of Orientation of Skull and Camera for Use in Forensic Photographic Investigation. *J. Forensic Sci*, 1988: 33(3): 751-755.

Moya, V.; Roldán, B.; Sánchez, J.A.: *Odontología Legal y Forense*. Editorial Massón. Barcelona. 1994.

Pesce Delfino, V., Colonna, E., Vacca, E., Potente, F., Introna Jr, F.: Computer-Aided Skull/Face Superimposition. *Am. J. Forensic Med. Pathol*, 1986: 7(3): 201-212.

Prieto, J.L.: *Parámetros histomorfométricos oseos normales en una población infantojuvenil española*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Facultad de Medicina. Madrid, 1993.

Roldán, B.: *Aspectos médico-legales del análisis morfológico de los dientes*. Tesis doctoral. Facultad de Medicina. Universidad Complutense, Madrid, 1989.

Sánchez Pérez, J.D: *Estudio de la osificación neonatal mediante el Análisis de Imagen*. Aplicaciones médico-legales. Tesis doctoral. Facultad de Medicina. Universidad Complutense. Madrid, 1994.

Sánchez, J.A., Gómez, F.: Application de l'analyse d'image computerisee a l'etude des restes osseux. *Advances in Paleopathology*, I: 173-174: 1989.

Smith, S.: *Casi todo asesinato*. Librería Editorial Argos, S.A., Barcelona, 1961.

ASPECTOS GENERALES DEL ANÁLISIS DEL ADN ANTROPOLOGÍA FORENSE.

Ana Gremo.

INTRODUCCIÓN.

La posibilidad de estudiar el ADN (Ácido Desoxirribonucleico) con fines de identificación individual, fue descrita por primera vez en el año 1985 por el Prof. Alec Jeffreys en la universidad de Leicester. El Prof. Jeffreys consiguió obtener un patrón de bandas (semejante al código de barras de un producto de un supermercado) el cuál era único y prácticamente irreplicable por persona.

A partir de este momento surgió el término de "huella genética" intentando reflejar esta capacidad de individualización con la de las huellas dactilares. Los diferentes patrones de bandas se obtenían al "cortar" el ADN por sitios específicos y separar los fragmentos obtenidos en función de su tamaño. Cada uno de los fragmentos se correspondía con cada una de las bandas obtenidas (Técnica de RFLP: Polimorfismos basados en la longitud de los fragmentos de restricción) (1).

Fig. 1: Patrones de bandas obtenidos con sondas multilocus (MLP).

El problema que presentó esta técnica en su aplicación con fines forenses, fue que necesitaba que el ADN del que se partía estuviera íntegro y en cantidades suficientes; esto en la práctica real no es así, puesto que las muestras forenses suelen estar parcialmente degradadas y se dispone de pocas cantidades. Sin embargo, sí se obtenían buenos resultados a partir del ADN extraído de sangre o de tejidos frescos. Los problemas más graves se presentaban en la obtención de resultados repetibles entre los diferentes laboratorios, así como la interpretación estadística de los mismos.

Posteriormente, aquel patrón multibandas (MLP: Multi Locus Probe) se sustituyó por un patrón de tan solo dos bandas (SLP: Single Locus Probe) una de exclusiva procedencia paterna y otra de exclusiva procedencia materna. De esta forma se solucionaba, en cierto grado, los problemas de reproductibilidad interlaboratorial (al ser solo dos bandas la lectura era más sencilla) y se avanzó bastante en el campo de la estandarización. Su utilidad en pruebas de

paternidad también era incuestionable (2).

Fig. 2: Patrones de bandas obtenidas con sondas single locus (SLP).

P: Padre; M: Madre; H: Hijo y L: Ladder.

Esta metodología SLP, requería varios análisis de la misma muestra para llegar a un alto grado de individualización, ya que con solo dos bandas por persona, la probabilidad de coincidencia fortuita entre dos muestras tomadas al azar todavía existía; de modo que se realizaban hasta cuatro análisis SLP (en total ocho bandas por persona, obtenidas dos a dos). De esta forma, se podían alcanzar cifras de individualización de 1 entre 200 millones.

Sin embargo esta técnica todavía planteaba algunas cuestiones:

Seguía siendo necesario una considerable cantidad de muestra y con ADN poco degradado. Había problemas en la estandarización y sobre todo en la interpretación estadística de los resultados.

La técnica SLP todavía es utilizada en la actualidad en casos de paternidad y ha sentado las bases de otras muchas que se están desarrollando.

Simultáneamente, surgió una nueva tecnología que permitió dar un paso más hacia delante: La PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa). Esta técnica hacía posible obtener millones de copias de un fragmento concreto de ADN. Se solucionaba en gran medida el problema de las muestras forenses (3). Así mismo, como la técnica permitía seleccionar el fragmento de ADN que se quería analizar comenzaron a estudiarse cada vez fragmentos más cortos de ADN (VNTR: Variable Number Tandem Repeats (4), STR: Short Tandem Repeats) (5); así, aunque estuviera parcialmente degradado, aumentaba la posibilidad de encontrar fragmentos intactos. Por otro lado, se seleccionaron polimorfismos fácilmente distinguibles por técnicas convencionales de laboratorio, distribuidos en clases alélicas concretas y con una herencia

mendeliana simple (los resultados eran también dos bandas, una paterna y otra materna). En cada análisis se incorporaban controles de todos los alelos conocidos, de esta forma en todos los laboratorios los resultados coincidían y eran perfectamente reproducibles. Así mismo, se realizaron estudios poblacionales y se establecieron las frecuencias alélicas para cada marcador en los distintos grupos étnicos y en distintas subpoblaciones. Hoy en día es posible el análisis de más de 30 STR diferentes, pudiéndose analizar varios de ellos simultáneamente en la misma reacción y llegando a cifras de discriminación muy elevadas (6).

El esfuerzo de la Comunidad científica dentro de este campo fue notable, creándose tanto en Europa como en E.E.U.U. comités encargados de homologar y estandarizar todos los protocolos. (7,8). El grupo Hispano-Portugués de la ISFG (International Society for Forensic Genetics) establece reuniones periódicas con todos sus miembros y realiza ejercicios de control de calidad con el fin de unificar los criterios, participando laboratorios de España de Portugal y de América latina (9).

En estos últimos años los avances han sido muy importantes; el aparataje y la metodología han incrementado y facilitado considerablemente las posibilidades. Se están incorporando cada vez más, secuenciadores automáticos, que descifran el código de nucleótidos de un fragmento determinado, se estudia la variación interna dentro de fragmentos homólogos de ADN en el llamado análisis digital del ADN (MVR-PCR: Minisatellites Variant Repeats con técnicas de PCR) (10) y se abren nuevos campos gracias al estudio del ADN mitocondrial y al polimorfismo del cromosoma Y (11 y 12).

Por tanto, en la actualidad, podemos decir que el estudio del ADN con fines forenses comprende gran cantidad de pruebas con distinta metodología y con diferentes estrategias en función del tipo de muestra y del tipo de análisis que se vaya a realizar (pruebas de paternidad, estudio de manchas, identificación de restos óseos, etc.).

En los siguientes capítulos, nos centraremos exclusivamente en el análisis del ADN sobre restos óseos ya que son unas muestras con unas características muy concretas; sin embargo, hemos querido comentar las amplias posibilidades que este tipo de análisis ofrece así como subrayar la variedad de técnicas y metodología y reflejando la velocidad con que estos cambios se están produciendo en este área.

ESTRUCTURA DE LA MOLÉCULA DE ADN.

La molécula de ADN (Ácido Desoxirribonucleico) se compone de dos cadenas de polinucleótidos arrolladas en espiral alrededor de un eje común.

Un nucleótido estaría constituido por una molécula de ácido ortofosfórico, una pentosa (concretamente una desoxirribosa) y una base nitrogenada. Las bases nitrogenadas pueden ser:

Púricas: Adenina (A) y Guanina (G)
Pirimidínicas: Timina (T) y Citosina (C)

Las dos cadenas de polinucleótidos están enfrentadas de manera que las bases quedan hacia el interior y la cadena de azúcar y fosfato hacia el exterior. La estructura de doble hélice se mantendría por medio de enlaces de hidrógeno que se forman entre las bases nitrogenadas. De esta forma, una Adenina tendría siempre enfrente una Timina y una Citosina tendría siempre enfrente una Guanina (y respectivamente). Por eso, la secuencia de nucleótidos de una cadena, determina siempre la secuencia de la otra; esta propiedad se denomina complementariedad de las hebras y es de suma importancia a la hora de aplicarla a las tecnologías que más adelante comentaremos (13).

La doble hélice de ADN tiene un diámetro de 20 Amstrongs y la distancia entre cada base es de 3,4 Amstrongs. Es una molécula muy larga y muy fina, por ejemplo, si ampliáramos proporcionalmente el ADN de una bacteria, este tendría un diámetro de 1 milímetro de ancho y una longitud de 400 metros.

La molécula de ADN se ha revelado como un elemento particularmente estable y resistente en el tiempo (14).

Fig.3: Estructura de la doble hélice del ADN.

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DEL ADN HUMANO.

El genoma humano está constituido por unos 3.000 millones de pares de bases aproximadamente. Del total del genoma humano, se considera que tan solo el 1-2 % codifica para proteínas. El resto tendría varias funciones entre

ellas la reguladora de la transcripción, la de mantenimiento de la integridad estructural del cromosoma o la de migración de los cromosomas durante la división celular, etc. También hay una gran parte del genoma humano a la cual todavía no se la ha asignado una función precisa (15).

El análisis detallado del genoma humano, ha revelado numerosas categorías de secuencias de "ADN no funcional", muchas de las cuales son diversas formas de ADN repetitivo (16).

Una categoría importante de ADN repetitivo, esta constituida por el ADN repetido en tandem. Este ADN repetido en tandem esta constituido por bloques de ADN con una secuencia común de nucleótidos que se repiten uno a continuación de los otros un determinado número de veces:

(AGTA)=Fragmento que se repite (unidad de repetición)

(AGTA)(AGTA)=2 veces
(AGTA)(AGTA)(AGTA)=3 veces
(AGTA)(AGTA)(AGTA)(AGTA)=4 veces
(AGTA)(AGTA)(AGTA)(AGTA)...(AGTA)=N veces

Algunas categorías de este ADN repetido en tandem, presentan una tasa de recombinación y mutación muy alta y por tanto es extremadamente variable de unos individuos a otros (17).

La mayoría de los estudios del ADN con fines forenses se realizan sobre el ADN repetido en tandem puesto que es el que más polimorfismo presenta entre individuos (incluso entre individuos genéticamente relacionados). Hay que tener en cuenta que al no ser un ADN esencial para la vida, acumula gran cantidad de mutaciones, mientras que las mutaciones en fragmentos de copia única o en genes funcionales son, en su mayoría, inviábiles o afectan a muy pocos nucleótidos.

POLIMORFISMO DEL ADN.

Si entendemos como polimorfismo, la variabilidad que existe dentro de un fragmento de ADN, a cada una de las posibilidades se la llama alelo.

En un principio podemos hablar de dos tipos de polimorfismos en el ADN:

Polomorfismos de secuencia: Cuando para un fragmento equivalente de ADN, la secuencia de nucleótidos no es idéntica:

Frag. Homólogo nº 1: CCTACGA
Frag. Homólogo nº 2: CCTGCGA

Polimorfismos de longitud: Cuando para un

fragmento equivalente de ADN, el número de nucleótidos no es idéntico:

Frag. Homólogo nº1: CGTACGTA
Frag. Homólogo nº2: CGTACGTACGTA

POLIMORFISMOS DE SECUENCIA.

Como ya se ha comentado anteriormente, las diferencias están basadas en la secuencia de nucleótidos. Para ello es preciso determinar una a una y en su orden correspondiente la secuencia de bases (C, A, T, G) que forman un fragmento determinado de ADN.

Según sea el tipo de sustitución, se distinguen en: (15)

Sustituciones de una única base:

Transiciones: Se sustituye una purina por otra purina o una pirimidina por otra pirimidina.

Transversiones: Se sustituye una pirimidina por una purina o una purina por una pirimidina.

Sustituciones de varias bases:

Inserciones: Se incorporan nuevas bases dentro de la secuencia original.

Delecciones: Se pierden bases dentro de la secuencia original.

POLIMORFISMOS DE LONGITUD.

Es la longitud de los fragmentos repetidos en tandem lo que determina la diferencia entre unos individuos y otros:

AGCTAGCT
AGCTAGCTAGCT
AGCTAGCTAGCTAGCT
AGCTAGCTAGCTAGCTAGCT
AGCTAGCTAGCTAGCTAGCTAGCT
AGCTAGCTAGCTAGCTAGCTAGCTAGCT

Según el número de nucleótidos que forman las unidades de repetición de estos fragmentos se distinguen:

MINISATÉLITES o VNTR (Variable Number Tandem Repeats): El número de nucleótidos que forman la unidad de repetición estaría comprendido entre 9 y 64 pares de bases (p.b.). El número de repeticiones puede ser distinto entre los cromosomas homólogos y entre diferentes individuos (4).

MICROSATÉLITES o STR (Short Tandem Repeats): La unidad de repetición estaría compuesta por una secuencia entre 2 y 7 pares de

bases (p.b.). Así mismo, el número de repeticiones puede ser diferente entre los dos cromosomas homólogos de un mismo individuo (5).

En la actualidad, los más utilizados con fines forenses son los STR y dentro de ellos los STR tetraméricos (4 nucleótidos), las ventajas que ofrecen son:

- El tamaño no suele ser mayor de 350 p.b.; Al ser mas cortos se conservan mejor en ADN degradado y muestras envejecidas.

- Pueden analizarse varios simultáneamente; esto aumenta la rapidez a la hora de establecer resultados.

- Tienen un tratamiento estadístico más fácil (a cada banda se le asigna una frecuencia alélica)

- Tienen una herencia mendeliana simple (dos bandas por cada individuo.

- Los patrones son fáciles de obtener (18, 19, 20).

Hoy en día, se emplean de forma rutinaria como mínimo 12 STR distintos con aplicaciones forenses. Las posibilidades de discriminación son muy elevadas, aproximadamente del orden de 1 entre 1000 millones (21).

Loci	unidad de repetición	tamaño de los alelos
HUMTH01	(AATG)	179 - 203 p.b.
HUMFESFPS	(AAAT)	222 - 250 p.b.
HUM13A1	(AAAG)	281 - 331 p.b.
HUMVWA	(AGAT)	131 - 171 p.b.
HUMTPOX	(AATG)	224 - 252 p.b.
HUMCSF1P0	(AGAT)	295 - 327 p.b.

Tabla 1: Características de algunos de los STR autosómicos habitualmente empleados con fines forenses.

POLIMORFISMOS DE SUSTITUCIÓN DE UN SÓLO NUCLEÓTIDO.

Ultimamente esta cobrando interés el estudio de polimorfismos de sustitución de un nucleótido (SNP: Single Nucleotide Polymorphism).

Parece ser que existen cientos de loci con este tipo de polimorfismo en el genoma humano (aproximadamente, 1 SNP por cada 1000 nucleótidos). Se trataría de fragmentos homólogos de ADN cuya secuencia difiere en tan solo un nucleótido. Son polimorfismos bialélicos, es decir solo presentan dos alelos y por tanto su poder individualizador no es muy alto.

Se estima, que es necesario el estudio de al menos 50 de estos loci para llegar a una identificación individual; aunque, gracias a las

nuevas tecnologías, es posible analizar bastantes de ellos en una misma reacción. En este aspecto, cabe destacar el gran futuro de los "biochips" (ver mas adelante) que permitirán el fenotipado de cientos de loci simultáneamente.

La principal ventaja que ofrece este tipo de polimorfismos, reside en que solo precisan el análisis (y por tanto la recuperación) de fragmentos muy cortos de ADN; esto es particularmente útil en el estudio de muestras con ADN envejecido y deteriorado.

Todavía estas técnicas están en sus fases iniciales pero ofrecen buenas expectativas (22).

De esta forma se analizarían locus como el de la enzima Fosfoglucomutasa (PGM) y algunos STR del cromosoma Y.

TÉCNICA DE REACCIÓN EN CADENA DE LA POLIMERASA (PCR).

Es un método inventado por Kari Mullis en 1986. En síntesis, esta técnica permite imitar la replicación natural de la molécula de ADN, un proceso que ocurre cada vez que la célula se divide para formar otras dos. Durante la replicación del ADN, cada molécula se separa en sus dos hebras; en este momento en un proceso catalizado por la enzima ADN-polimerasa, la célula fabrica dos nuevas hebras, copias de las ya existentes. El resultado es un doble número de moléculas de ADN; suficiente material genético para dos células.

Fig.4: Proceso de replicación de la molécula de ADN, catalizado por la enzima ADN-polimerasa.)

Este proceso se puede realizar en el laboratorio y además repetir cíclicamente; conseguimos la separación de las dos hebras gracias a la elevación rápida y brusca de la temperatura y mediante una DNA-polimerasa termoestable (taq-polimerasa) se copian dos nuevas hebras utilizando como molde las hebras ya existentes. Los productos del primer ciclo sirven como sustrato para el siguiente ciclo. Todo esto da como resultado un doble número de moléculas de ADN en cada ciclo (23).

Una vez que el ADN es amplificado, el producto puede ser analizado por distintos métodos de laboratorio con el fin de detectar los diferentes polimorfismos (longitud o secuencia). Al disponer de millones de copias es posible acceder a diversas alternativas técnicas.

Fig.5: Esquema de actuación de la PCR.

El problema más grave que tiene la PCR es el de la contaminación. Cantidades muy pequeñas de ADN contaminante (humano) tanto en la muestra como en el laboratorio (ADN procedente de otros análisis) son susceptibles de ser amplificadas y esto podría llevar a resultados erróneos (24).

APLICACIÓN PRÁCTICA SOBRE RESTOS ÓSEOS.

Toma y envío de muestras.

Es evidente que los resultados van a depender en gran medida del tamaño y del estado de conservación de la muestra.

En el caso de la antropología forense, la fuente de obtención del ADN tiene unas particularidades muy concretas, ya que vamos a carecer de los tejidos habituales. De hecho, prácticamente solo dispondremos de dos fuentes de obtención de material biológico: restos óseos y pulpa dental.

Por otro lado, las muestras presentarán siempre un alto grado de contaminación, tanto bacteriana como de tipo humano debido a traslados, investigación, manipulación, etc. Debemos ser conscientes que muy pequeñas cantidades de ADN contaminante pueden llevar a resultados erróneos ya que la técnica de PCR es capaz de obtener numerosas copias de tan solo unas pocas moléculas de ADN (14, 25).

El problema del ADN envejecido y deteriorado es también muy importante; Es obvio que las condiciones adversas medioambientales (fundamentalmente humedad y radiación U.V.) degradan el ADN incidiendo directamente sobre los resultados. Otro problema que merece una especial atención es la utilización del formaldehído (frecuentemente utilizado como conservante) ya que interacciona con el ADN formando compuestos que dificultan enormemente la posterior extracción de este de la muestra e inhibiendo la reacción de la taq-polimerasa.

En el caso de restos óseos, las mejores muestras serán las de tejido óseo compacto (al menos un hueso largo completo y preferiblemente fémur). En el caso de las piezas dentales, la muestra de elección serán los molares sin deteriorar y al menos cuatro (después de haber

realizado el estudio odontológico). Lo más conveniente es remitir las muestras al laboratorio sin manipularlas ni limpiarlas. Las muestras deberán ser envasadas y etiquetadas por separado y respetando la cadena de custodia. También es importante recordar que la identificación será más precisa si se dispone de muestras indubitadas del sujeto o en su defecto muestras sanguíneas de familiares directos. Lo más conveniente es contactar con el laboratorio para cada caso concreto.

El Instituto Nacional de Toxicología ha elaborado unas normas para la preparación y remisión de muestras biológicas publicadas en el B.O.E. nº 308 del 23 de diciembre de 1996 (38.203 - 38.221) que pueden servir de consulta o referencia.

EXTRACCIÓN DEL ADN DE LA MUESTRA.

El procedimiento para hueso será.

- Preparación de la muestra; extracción de partes blandas, si las hubiera.
- Lavado y lijado de la cara externa e interna del hueso con el fin de eliminar al máximo los contaminantes.
- Extracción de un fragmento y posterior pulverización a (-173 °C) para hacer más fácil el tratamiento de descalcificación.
- Tratamiento de descalcificación.
- Extracción del ADN.
- Diálisis y concentración mediante unidades de microfiltración, ya que es importante que no queden en la muestra restos de sustancias que actúen como inhibidores de la reacción PCR.

El procedimiento para pulpa será.

- Lavado de la pieza dental
- Fractura de la misma hasta acceder a la cavidad pulpar
- Extirpación del contenido pulpar
- Extracción del ADN
- Diálisis y concentración.

Una vez extraído el ADN, es preciso cuantificar y cualificar dicho ADN, es decir verificar que porcentaje del ADN extraído es humano. Lo habitual en restos óseos es obtener suficiente cantidad de ADN total pero poco humano. Es importante conocer la cantidad de ADN humano del que partimos para optimizar la reacción PCR y para seleccionar aquellos marcadores que más rindan en el caso de haber obtenido poca cantidad de muestra.

Siempre se realizarán dos extracciones

distintas de la misma muestra y en las áreas de trabajo destinadas a tal fin.

AMPLIFICACIÓN DEL ADN OBTENIDO.

Para trabajar con PCR se necesita:

- ADN molde: es decir el que nos interesa analizar.
- Taq-polimerasa: enzima que verifica la reacción.
- Nucleótidos (A, T, G, C): para que se vaya elongando la cadena.
- Cebadores o "primers": son pequeños fragmentos de ADN (unos 20 nucleótidos) que son complementarios al inicio de la región del genoma que interesa amplificar. Estos cebadores sirven de inicio a la nueva cadena y delimitan la zona de actuación de la enzima, así solo se copia el fragmento que se va a analizar.

Con todo esto, la taq-polimerasa añadirá nucleótidos al extremo 3' de la hebra a un ritmo aproximado de 1000 bases por minuto. El resultado es la acumulación exponencial de fragmentos específicos de ADN.

Como ya se ha comentado, el problema más grave que tiene esta técnica es que cantidades pequeñísimas de ADN contaminante, tanto en la muestra como en el laboratorio serían también amplificadas. Por eso, se separan las zonas de trabajo (extracción y análisis) (26).

ANÁLISIS DE LOS FRAGMENTOS AMPLIFICADOS.

Una vez verificada la reacción PCR, se procede a la identificación de los fragmentos amplificados. Los diferentes métodos analíticos dependerán de los distintos tipos de polimorfismos que se vayan a estudiar.

ELECTROFORÉISIS.

Se utiliza para identificar polimorfismos de longitud (STR). Es una técnica físico-química que permite separar e identificar fragmentos de ADN en función de su tamaño. Al someterlo a la acción de un campo eléctrico, el ADN va a migrar hacia el polo positivo (ánodo) puesto que tiene cargas negativas debidas a los grupos fosfato. Los fragmentos más pequeños migrarán más rápidamente que los más grandes, el resultado será una banda por cada fragmento. Si se pone al lado de la muestra, un ADN control con todos los tamaños conocidos (es decir, una banda para

cada unidad de repetición y que recibe el nombre de ladder) simplemente por extrapolación se puede conocer el número de repeticiones de la banda problema.

Por cada ADN se obtienen dos bandas (una heredada del padre y otra de la madre). Por eso también es posible identificar restos óseos a través de familiares directos.

Fig. 6: Patrones de bandas obtenidos mediante electroforesis convencional tras una PCR simultánea de tres STR: Loci HUM 13A, HUM FESFPS, HUM TH0, L=Ladder alélico.)

También se han desarrollado métodos que permiten analizar varios STR simultáneamente, tanto en la misma reacción de PCR como en el mismo gel de electroforesis; están basados en el marcaje de los cebadores o "primers" con fluorocromos de diferentes colores, las bandas posteriormente obtenidas serán a su vez fácilmente identificables (20, 27).

En el caso de que interese detectar un polimorfismo de secuencia, se utilizan dos métodos:

HIBRIDACIÓN CON SONDAS ESPECÍFICAS.

El sistema de hibridación con "sondas" específicas fue el primero en utilizarse para la identificación de fragmentos de ADN con fines forenses y de individualización (Técnicas de RFLP, MLP y SLP).

Una "sonda" es un fragmento de ADN de cadena simple sintetizado en el laboratorio, de secuencia conocida y que está marcado con radioactividad, quimioluminiscencia o con reactivos enzimáticos de color.

El ADN problema se separa en sus dos hebras y estas se hibridan, es decir, se permite que vuelvan a formar la doble hélice, con "sondas" de las cuales se conoce su secuencia perfectamente. Como la unión sonda-ADN es absolutamente específica (debido a la complementariedad de las bases) solo se unirá para formar de nuevo la doble cadena a su fragmento complementario. Al estar la sonda marcada, una reacción colorimétrica indicará que se ha producido la hibridación con ese fragmento

determinado.

Se han desarrollado "Kits" comerciales que detectan cada uno de los alelos de un polimorfismo mediante sondas fijadas a una membrana de nylon (una sonda por cada alelo) este sistema recibe el nombre de "dot-blot" (28)

También basándose en esta idea, en la actualidad se están estudiando las posibilidades de utilización de placas de nylon o vidrio que lleven incorporados un gran número de "sondas" (del orden de cientos) y que se denominan biochips. En este caso el ADN problema, llevaría un marcaje fluorescente (incorporado durante el proceso de amplificación de la PCR). Al hibridar con su sonda específica, el ADN de cadena simple quedaría fijado en un punto concreto de la miniplaca; la lectura de las zonas marcadas con fluorescencia se realizaría de forma automatizada. De esta forma se podrían detectar varios polimorfismos simultáneamente. Esta parece ser que es la tecnología del futuro, siendo particularmente investigada el campo de los polimorfismos de un solo nucleótido (SNP) (29).

SECUENCIACIÓN.

Pese a que la secuenciación es un proceso largo y económicamente caro, para ser utilizado de rutina, se incorpora cada vez con mas asiduidad a los laboratorios de genética forense, siendo de máxima utilidad en el estudio de la región control del ADN mitocondrial (ver mas adelante)

Consiste en identificar uno por uno y en su orden correspondiente cada uno de los nucleótidos que componen un fragmento de ADN. Esta, se realiza en secuenciadores automáticos que utilizan marcajes fluorescentes de diferente color para cada nucleótido (30).

Fig.7: Secuenciación automática de un fragmento de ADN.

Habitualmente, se secuencian fragmentos de 200 a 400 pares de bases con fines forenses; sin embargo, en la actualidad, se están incorporando técnicas de secuenciación de fragmentos muy cortos de ADN (unos 50 pares de bases) para el estudio de los polimorfismos SNP (ya que la variación estaría en tan solo un nucleótido). Este proceso recibe el nombre de "minisequenciación" y presenta la ventaja de que pueden ser tipados fragmentos de ADN muy degradados mediante la

elección de "primers" que amplifiquen una pequeña región que contenga el sitio polimórfico (31).

ADN MITOCONDRIAL.

Pese al alto grado de individualización que se consigue analizando el ADN genómico y pese al alto rendimiento que ofrece la técnica de PCR, lo cierto es que en la práctica forense no siempre es posible el estudio de determinados vestigios. Las muestras envejecidas y deterioradas, restos óseos, y pelos sin raíz no siempre permiten extraer suficiente cantidad de ADN nuclear para un análisis. En estos casos, la única posibilidad es el estudio del ADN mitocondrial (ADN mt.) (32)

Las mitocondrias se encuentran en el citoplasma celular y su función es proporcionar energía a la célula. Estas, poseen en su interior su propio ADN que regula el funcionamiento de estos orgánulos celulares. La secuencia del ADN mt. es la misma para todas las células de un mismo individuo. Se estima que pueden existir entre 1.000 y 10.000 mitocondrias por cada célula (dependiendo del tipo celular y del momento funcional) por tanto, por cada copia de ADN genómico existirán miles de copias de ADN mt. , esto incrementa las probabilidades de encontrar ADN mt. como muestra cuando el material de partida sea de escaso tamaño o este muy deteriorado. Además, al haber un mayor número de copias, es improbable que el grado de deterioro sea el mismo en todas ellas. Todas estas circunstancias llevan a utilizar el ADN mt. como fuente de obtención de material biológico en los casos en los que no es posible acceder a otro tipo de estudios. (33,34)

CARACTERÍSTICAS DEL ADN MITOCONDRIAL.

El ADN mitocondrial es una molécula con una estructura circular de doble hélice, constituido por 16.569 pares de bases. Fue secuenciado en su totalidad, en 1981 por Anderson y sus colaboradores considerándose a dicha secuencia como "secuencia de referencia" para posteriores análisis (35).

El ADN mt. codifica para 37 genes y tiene aproximadamente un 10 % de ADN "no codificante". En esta zona de ADN "no codificante", existe una región denominada "Región Control" o (d-loop) compuesta por 1.112 pares de bases y que presenta un alto grado de variabilidad entre unos individuos y otros. Esta es la zona es donde se centran los estudios del ADN

mt. con fines forenses (11).

El ADN mitocondrial se hereda independientemente del ADN nuclear. Su herencia es exclusivamente materna (es el óvulo el que aporta las mitocondrias al cigoto). Esto significa que se transmite de madre a hijos de generación en generación intacto; todos los individuos procedentes de la misma línea materna presentarán el mismo ADN mitocondrial. Cualquier variación se deberá exclusivamente a mutaciones y no a recombinaciones con ADN de origen paterno, sin embargo su variabilidad es muy grande ya que el ADN mt. acumula entre 5 y 10 veces más mutaciones que el ADN nuclear puesto que esta menos protegido que este y además tiene mucha más dificultad para reparar los cambios. Lógicamente el ADN mt. no puede ser utilizado en pruebas de paternidad ni para la individualización de muestras de sujetos con el mismo linaje materno.

El estudio del ADN mt. con fines forenses se realiza secuenciando dos zonas hipervariables denominadas zona hipervariable 1 (HV-1) y zona hipervariable 2 (HV-2) localizadas dentro de zona *d-loop* o "Región control", cada una de 400 pares de bases aproximadamente.

El procedimiento analítico es semejante al realizado con el ADN nuclear y consiste en la extracción del ADN; amplificación de las zonas hipervariables 1 y 2 y posterior secuenciación de las mismas (se secuencian las dos hebras del ADN para mayor seguridad). Los resultados se comparan con la secuencia de referencia de Anderson, indicando en que posiciones existen discrepancias. Al disponer de una secuencia de referencia se unifican los criterios y se establece una validación estadística. Los resultados se expresan de la siguiente manera:

1. Origen de la muestra.
2. Material utilizado.
3. Número de pares de bases secuenciados.
4. Posiciones de las regiones hipervariables (HV-1 y HV-2) que no tienen el mismo nucleótido que la secuencia de referencia de Anderson, así como si hay inserciones o deleciones de nucleótidos (36).

La probabilidad de que dos personas escogidas al azar tengan exactamente las mismas secuencias de ADN mt, estaría comprendida entre 1/100 y 1/1000 (en la actualidad se están realizando estudios estadísticos y su validación) [37] ya que es muy importante destacar que se están encontrando tasas elevadas de mosaicismo y heteroplasmia en el ADN mt.; esto significa que dos muestras del ADN-mt. de la misma persona pueden diferir en la secuencia de nucleótidos (38, 39). Este

problema todavía debe ser estudiado y debe ser tenido en cuenta en la interpretación de los resultados

En la actualidad se están incorporando nuevas estrategias para analizar el polimorfismo de ADN mt. como paso previo a la secuenciación (que es un proceso lento y costoso). En un primer paso se realizaría un análisis básico, en el que se detectaría de una forma menos específica las diferencias que podrían existir. Esta técnica denominada SSCA (Single Strand Conformation Analysis) y detecta mediante electroforesis las diferentes mutaciones, puesto que los fragmentos de ADN de cadena sencilla (una sola de las hebras) presentan movilidad electroforética distintas en función de la composición de bases nitrogenadas. Si los patrones de bandas son diferentes no es preciso llegar a la secuenciación; solo aquellas muestras que presentaran patrones de bandas similares serían analizadas mediante secuenciación de las bases (40, 41).

También se está comenzando a estudiar polimorfismos del tipo STR dentro del ADN mitocondrial. El más estudiado, esta basado en la repetición de una unidad dimérica, es decir de dos nucleótidos (AC) situado a partir de la base 514 de la región *d-loop* y tendría 4 alelos [42].

De nuevo recordar que se deben valorar las ventajas y desventajas del análisis del ADN mt., siendo conscientes de que en algunos casos es la única herramienta para realizar estudios biológicos sobre determinado tipo de muestras aunque el tratamiento estadístico todavía es muy complicado.

POLIMORFISMO DEL CROMOSOMA Y

En la actualidad, esta cobrando gran importancia el estudio de las regiones polimórficas en el cromosoma Y. Esto es debido a que concurren una serie de circunstancias muy especiales en este tipo de análisis que están resultando de gran utilidad en el campo de la genética forense.

El cromosoma Y está presente de forma haploide (una sola copia) en el genoma del varón, y pese a que una fracción de dicho cromosoma recombina con el cromosoma X, denominada pseudoautosómica, existe una región que no recombina con ningún fragmento de ADN (puesto que no dispone de genoma homólogo). Esto determina que todas las secuencias localizadas en dicho fragmento se hereden de generación en generación como un único marcador o haplotipo

y significa que se trasmite de padres a hijos varones como un solo bloque, heredándose exclusivamente a través de la línea paterna (43). Las únicas variaciones existentes serán debidas a mutaciones (que a diferencia del ADN mitocondrial se producirán con una tasa mucho menor puesto que el ADN nuclear presenta una mayor protección y capacidad de reparación). Esto resulta de extrema utilidad a la hora de tener que realizar estudios en los que la presencia del cromosoma Y sea relevante (por ejemplo aquellas violaciones en las que se encuentra mezclada la muestra del agresor y de la víctima; estudios de paternidad entre presunto padre e hijo varón, etc.). También son muy importantes en el campo de la genética de poblaciones y de genética evolutiva. En el caso particular de la antropología forense, la identificación se realiza a través de familiares por vía paterna (aunque no se disponga de muestras del padre biológico).

El estudio del polimorfismo del cromosoma Y se basa en la existencia de secuencias repetidas en tandem en dicho cromosoma; es pues un polimorfismo de longitud donde el fragmento que se repite esta constituido por 2, 3 ó 4 nucleótidos, es por tanto, lo que denominamos un STR (Short Tandem Repeat) o microsatélite (44).

En la actualidad hay descritos unos 23 microsatelites para el cromosoma Y de los cuales se suelen emplear 8 de forma rutinaria. Como todos se heredan en bloque de generación en generación constituyen un haplotipo o "grupo de ligamiento" y por tanto para calcular la probabilidad de coincidencia entre una muestra y la población, no se puede utilizar la frecuencia de cada STR por separado sino la de cada haplotipo (12). El uso de estas frecuencias haplotípicas supone un mayor potencial estadístico y por tanto su poder discriminativo es elevado. Aunque los estudios deberán complementarse con el análisis de los marcadores autosómicos porque, como es obvio, todos los individuos procedentes de la misma línea paterna, presentaran los mismos haplotipos para el cromosoma Y.

locus	tamaño de los alelos	Nº de unidades de repetición	alelos
DYS19	(174-210p.b.)	10 - 19	10
DYS389I	(239-263p.b.)	7 - 13	7
DYS389II	(353-385p.b.)	23 - 31	9
DYS390	(191-227p.b.)	18 - 27	10
DYS391	(274-294p.b.)	8 - 13	6
DYS393	(107-131p.b.)	9 - 15	6
DYS385	(360-412p.b.)	9 - 22	16

Tabla 2: Características de algunos de los STRs del cromosoma Y habitualmente empleados con fines forenses.

Dentro de las últimas líneas de investigación

en este campo, se están incorporando los denominados polimorfismo de un solo nucleótido (SNP) [45] y el análisis digital (MVR-PCR) (46).

RESULTADOS, ESTANDARIZACIÓN Y CONTROLES DE CALIDAD.

Tras un análisis de los polimorfismos del ADN, en el informe vendrán detallados los marcadores que se han estudiado, los resultados que se han obtenido y que frecuencia tienen estos en la población (de origen de la muestra). En el caso de que se solicite una identificación (de restos óseos, por ejemplo) se establecerá la comparación de dichos restos con las muestras indubitadas o con los familiares directos.

Es evidente que los resultados van a depender de:

- El número de polimorfismos analizados.
- Las frecuencias alélicas de cada uno de ellos en la población

-Las circunstancias particulares de cada caso. Por ejemplo identificación de restos de dos hermanos o parientes consanguíneos.

Hoy en día la información obtenida nos proporciona valores estadísticos muy elevados y por tanto se alcanzan resultados muy precisos.

Como hemos podido ir viendo en estas líneas, se han desarrollado gran cantidad de técnicas analíticas, nueva aparatología y toda una gama de productos comerciales aplicables a estos análisis. La reproductibilidad de los resultados, la unificación de criterios y el establecimiento de una base común de datos entre todos los laboratorios que trabajan en el campo de la genética forense han conducido a la necesidad de estandarizar todos estos procedimientos. Por otro lado, la posibilidad de realizar contrapericias, que es algo muy importante en este área hace necesario el establecimiento de controles de calidad. Los controles de calidad son muy importantes porque garantizan que los laboratorios tengan un nivel adecuado, permiten comparar los resultados y se puedan integrar las frecuencias poblacionales.

Con este fin surgieron tanto en Europa (EDNAP: European DNA Profiling Group) (7), como en E: E: U: U: (TGWDAM: Technical Working Group for DNA Analysis and Methods) (8), comités con representantes de distintos países y diferentes laboratorios que ajustándose a criterios básicos definen qué tipo de marcadores, protocolos y procedimientos técnicos deben de utilizarse. De esta forma los resultados pueden estandarizarse y las distintas metodologías son comprobadas y validadas por

la comunidad científica (47, 48).

En la península Ibérica se están produciendo esfuerzos muy importantes tanto en la recopilación de frecuencias a escala nacional, como en los controles de calidad. El grupo Hispano-portugues de la ISFG (International Society for Forensic Genetics) (GEP-ISFG) coordina toda esta labor. También desde el año 1990 se realizan ejercicios de control de calidad entre los distintos laboratorios miembros (9).

Así mismo debe destacarse en este sentido las siguientes normas europeas:

-Resolución N°R (92) 1 del Consejo de Europa sobre el uso de análisis del ADN en el marco del sistema de Justicia Penal.

-Resolución del consejo de la unión europea relativa al intercambio de resultados de análisis del ADN.

A continuación, se facilitan las direcciones de las páginas web de la ISFG, de la EDNAP y la STADNAP donde pueden consultarse todo este tipo de recomendaciones.

ISFG

(International Society Forensic Genetics)

<http://www.usc.es/~isfh>

EDNAP

(European DNA Profiling Group)

<http://www.unimainz.de/FB/Medicin/Rechtsmedizin/ednap/ednap.htm>

STADNAP

Standarditation of DNA Profiling

<http://www.stadnap.unimainz.de/>

BIBLIOGRAFÍA

1 Jeffreys AJ, Wilson V, Thein SL. Individual-specific "fingerprint" of human DNA. *Nature* 1985; 314: 67-73.

2 Nakamura Y, Gillilan S, O'Connell P, Leppert M, Lathrop GM, Lalouel JM y cols. Isolation and mapping of a polymorphic DNA sequence pYNH24 on chromosome 2 (D2S44). *Nucleic Acids Research* 1987; 15: 10.073.

3 Saiki R K, Scharf S, Faloona T, Mullis KB, Horn GT, Erlich HA y cols. Enzymatic amplification of beta-globin genomic sequences and restriction analysis for diagnosis of sickle cell anemia. *Science* 1985; 230:1350-1354.

4 Nakamura Y, Leppert M, O'Connell P, Wolff R, Holm T, Culver M y cols. Variable number of tandem repeat markers for human gene mapping. *Science* 1987; 235:1616-1622.

5 Edwards A, Civitello A, Hammond HA, Caskey CT. DNA typing and genetic mapping with trimeric and tetrameric tandem repeats. *Am J Hum Genet* 1991; 49: 746-756.

6 DNA Recomendations.1992 report concerning recommendations of DNA Commission of the International Society for Forensic Haemogenetics relating to the use of

PCR-based polymorphisms. *Int J Leg Med* 1992; 105: 63-64.

7 Gill P, Kimpton C, D'Aloja E, Andersen JF, Bär W, Brinkmann B y cols. Report of the European DNA profiling group (DNAP)-towards standardisation of short tandem repeats (STR) loci. *Forensic Sci Int* 1994; 65: 51-59.

8 Technical Working Group on DNA analysis methods. Guidelines for a quality assurance program for DNA analysis. *Crime laboratory Digest* 1995; 22: 21-43.

9 Gomez J, Rodriguez-Calvo MS, Albarran C, Amorim A, Andradas J, Cabrero C y cols. A review of the collaborative exercises of the Spanish and Portuguese ISFH working group. *Int J Leg Med* 1997; 110: 273-277.

10 Jeffreys AJ, MacLeod A, Tamaki K, Neil DL, Monckton DG. Minisatellite repeat coding as a digital approach to DNA typing. *Nature* 1991; 354: 204-209.

11 Stoneking M, Hedgecok D, Higuchi RG, Vigilant L, Erlich HA. Population variation of human mt-DNA control region sequences detected by enzymatic amplification and sequence-specific oligonucleotide probes. *Am J Hum Genet* 1991; 48:370-382.

12 Kayser M, Caglia A, Corach D, Fretwell N, Gehrig C, Graziosi G y cols. Evaluation of Y-chromosomal STRs: a multicenter study. *Int J Legal Med* 1997; 110: 125-133.

13 Watson JD, Crick HC. Molecular structure of nucleic acids. A structure for deoxiribose nucleic acid. *Nature* 1953; 171: 737-738.

14 Hagelberg E, Sykes B. Ancient bone DNA amplified. *Nature* 1989; 342: 485.

15 Puertas MJ. Genética. Fundamentos y perspectivas. Ed. McGraw-Hill. Intreamericana de España. Madrid 1991.

16 Klug WS, Cummings MR. Conceptos de Genética (5ªed). Ed. Prentice Hall Iberica. Madrid 1999.

17 Jeffreys AJ, Wilson V, Thein SL. Hypervariable "minisatellite" regions in human DNA. *Nature* 1985; 314:67-73.

18 Edwards A, Civitello A, Hammond HA, Caskey CT. DNA typing and genetic mapping with trimeric and tetrameric tandem repeats. *Am J Hum Genet* 1991; 49: 746-756.

19 Edwards A, Hammond HA, Jin I, Caskey CT, Chakraborty R. Genetic variation at five trimeric and tetrameric repeat loci in four human population groups. *Genomics* 1992; 12: 241-253.

20 Kimpton CP, Gill P, Walton A, Urquhart A, Mullican ES, Adams M. Automated DNA profiling employing multiplex amplification of short tandem repeat loci. *PCR methods and Applicat.* 1993; 3: 13-22.

21 Urquart A, Kimpton CP, Downes T, Gill P. Variation in short tandem repeat sequences-a survey of twelve microsatellite loci for use as forensic identification markers. *Int J Leg Med* 1994; 107: 13-20.

22 Wang DG, Fan JB, Siao CJ, Bero A, Young P, Sapolsky R y cols. Large-scale identification, mapping and genotyping of single-nucleotide polymorphisms in the human genome. *Science* 1998; 280: 1077-1082.

23 Mullis KB. The unusual origin of the polymerase chain reaction. *Sci Am* 1990; 263: 56-65.

24 Varios autores. PCR Technology. Principles and Applications for DNA Amplification. Erlich HA (Ed) Stockon

Press 1989 U.S.A.

25 Pääbo S. Ancient DNA; extraction, characterization, molecular cloning and enzymatic amplification. *Proc Natl Acad Sci U.S.A* 1989; 86: 1939-1943.

26 Varios autores. PCR Protocols, A Guide to Methods and Applications. Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ, White TJ (Eds) Academic Press 1990 U.S.A.

27 Sullivan KM, Pope S, Gill P, Robertson JM. Automated DNA profiling by fluorescent labeling of PCR products. *PCR Methods* 1992; 2: 34-40.

28 Saiki RK, Walsh PS, Levenson Ch, Erlich HA. Genetic analysis of amplified DNA with immobilized sequence-specific oligonucleotide probes. *Proc of Natl Academy of Sci U.S.A.* 1989; 86: 6230-6234.

29 Brown PO, Botstein D. Exploring the new world of the genome with DNA microarrays. *Nature Genetics* 1999; 21: 33-37.

30 Hopgood R, Sullivan K, Gill P. Strategies for automated sequencing of human mitochondrial DNA directly from PCR products. *Biotechniques* 1992; 13: 82-92.71

31 Marley JM, Bark JE, Evans CE, Perry JC, Hewilt CA, Tully G. Validation of mitochondrial DNA minisequencing for forensic casework. *Int J Legal Med* 1999; 112: 241-248.

32 Vigilant I, Pennington R, Harpending H, Kocher TD. Mitochondrial DNA sequences in single hairs from a southern African population. *Proc Natl Acad Sci USA* 1989; 86: 9350-9354.

33 Boghenhagen D, Clayton DA, The number of mitochondrial deoxyribonucleic acid genomes in mouse L and Human Hella cells. *J Biol Chem* 1974; 249: 7991-7995.

34 Robin DE, Wong R. Mitochondrial DNA molecules and virtual number of mitochondria per cell in mammalian cells. *J Cell Physiol* 1988; 136: 507-513.

35 Anderson S, Bankier AT, Barrel BG, De Bruijn MH, Coulson AR, Drouin J y cols. Sequence and organization of the human mitochondrial genome. *Nature* 1981; 290: 287-312.

36 Wilson MR, Di Zinow JA, Polanskey D, Replogle J, Budowle B. Validation of mitochondrial DNA sequencing for forensic casework analysis. *Int J Leg Med* 1995; 108: 68-74.

37 Holland MM, Parsons TJ, Mitochondrial DNA sequence analysis validation and use for forensic casework. *Forensic Sci Rev* 1999; 11: 21-50.

38 Parsons TJ, Muniec DS, Sullivan K, Woodyatt N, Allison-Grenier R, Wilson MR y cols. A high observed substitution rate in human mitochondrial DNA control region. *Nature Genet* 1998; 18: 109-110.

39 Jazin E, Soodyall H, Jallenek P, Lindholm E, Stoneking M, Gyllensten U. Mitochondrial mutation rate re-visited: hot spots and polymorphisms. *Nature Genet* 1998; 109-110.

40 Alonso A, Martin P, Albarran C, Garcia O, Sancho M. Rapid detection of sequence polymorphisms in the human mitochondrial DNA control region by polymerase chain reaction and single-strand conformation analysis in mutation detection enhancement gels. *Electrophoresis* 1996; 17: 1299-1301.

41 Barros F, Lareu MV, Salas A, Carracedo A. Rapid and enhanced detection of mitochondrial DNA variation using single-strand conformation analysis of superposed restriction

enzyme fragments for polymerase chain reaction-amplified products. *Electrophoresis* 1997; 18: 52-54.

42 Bodenteich A, Mitchell LG, Polimeropoulos MH, Merrill CR. Dinucleotide repeat in the human mitochondrial D-loop. *Human Mol Genet* 1992; 1: 140.

43 Jobling MA, Pandya A, Tayler-Smith C. The Y chromosome in forensic and paternity testing. *Int J Legal Med* 1997; 110: 118-124.

44 Roewer L, Armemann J, Spurr NK, Grzeschik KH, Epplen JT. Simple repeat sequences on the human Y Chromosome are equally polymorphic as their autosomal counterparts. *Hum Genet* 1992; 89: 389-394

45 Caeiro B, Ordoñez F, Carril L, Carril JC. PCR-RFLP Y-polymorphisms and their application to a Northern African population. *En Progress in Forensic Genetics 8*. GF Sensabaugh, PJ Lincoln, B Olaisen (eds.) Elsevier. The Netherlands 2000.

46 Jobling MA, Bonzekri N, Taylor PG. Hypervariable digital DNA codes for human paternal lineages: MVR-PCR at the Y-specific minisatellite MSY1 (D1F155S1). *Hum Mol Genet* 1998; 7: 643

47 Carracedo A, Rodriguez-Calvo MS, Pestoni C, Lareu MV, Bellas S, Salas A y cols. Standardization of forensic DNA analysis in Europe. *Forensic Sci Int* 1997; 86: 87-102.

48 Bär W, Brinkmann B, Budowle B, Carracedo A, Gill P, Incoln P y cols. Further report of the DNA Commission of the ISFH regarding the use of short tandem repeat system. *Int J Legal Med* 1997; 110: 175-176.

ACTUACIÓN MÉDICO-FORENSE EN GRANDES CATÁSTROFES Y ACCIDENTES DE MÚLTIPLES VÍCTIMAS.

José L. Prieto. José A. Sánchez.

DEFINICION.

Emergencia extraordinaria en la que hay implicado un número de víctimas tal que es necesaria la actuación según planes específicos previamente desarrollados. Cuando los recursos locales pueden absorber las necesidades planteadas por la emergencia, hablamos de Accidente de Múltiples Víctimas (A.M.U). En caso de que éstos se vean desbordados, de Catástrofe (GC).

CLASIFICACION DE AMV Y GC.

La dificultad de realizar una clasificación de los tipos de catástrofes viene determinada fundamentalmente por las diferentes consecuencias que se pueden derivar de acontecimientos similares, en función del lugar o momento en que éstos se produzcan, previsión... Siguiendo a Pérez Izquierdo (PÉREZ IZQUIERDO), podemos agruparlas de la siguiente manera:

Origen Causal.-

- 1.Naturales: Provocadas por la energía liberada por elementos naturales (agua, tierra, aire, fuego,...), sin intervención de la actividad humana..
- 2.Tecnológicas: En su origen ha intervenido una actividad humana de carácter técnico (accidentes de circulación, incendios, explosiones,...)
- 3.Sociológicas: Accidentes colectivos debidos a la propia acción humana (avalanchas de multitudes).

Origen No causal.-

- 4.Efectos sobre estructura social
 - 1.Simple: Hay integridad de la estructura social (hospitales, centros de comunicaciones, vías de circulación,...)
 - 2.Complejo: Interesa a la estructura social
- 5.Duración del factor desencadenante
 - 1.Corto: Instantáneo

- 2.Medio: Entre 5 minutos y una hora
- 3.Largo: Mayor de una hora

- 6.Duración del salvamento
 - 1.Corto: Menor de una hora
 - 2.Medio: Entre una y seis horas
 - 3.Largo: Mayor de seis horas

- 7.Número de víctimas
 - 1.Pequeño: Menos de 10 víctimas
 - 2.Medio: Entre 11 y 20 víctimas
 - 3.Grande: Más de 20 víctimas

- 8.Previsibilidad
 - 1.Previsible
 - 2.No previsible

- 9.Lugar
 - a.Medios de Transporte.
 - e.Espacios públicos
 - 1.Centros de Producción
 - 2.Centros de Almacenamiento
 - 3.Edificaciones

10.Efectos: El efecto del siniestro es determinante como factor modificador de otros elementos (afectación de vías de comunicación, fluido eléctrico, número de víctimas,...) y por lo tanto en la calificación y resolución de la situación de emergencia.

NORMATIVA LEGAL. PLANES DE EMERGENCIA.

La protección física de las personas y de los bienes, en situación de grave riesgo colectivo, calamidad pública o catástrofe extraordinaria, recae en la protección civil (Ley 2/85 de Protección Civil), constituyendo una obligación para los poderes públicos el garantizar el derecho a la vida y a la integridad física, según lo dispuesto en nuestra propia Constitución.

La protección civil debe actuar a través de la ordenación, planificación, coordinación y dirección de los distintos servicios públicos implicados en una emergencia de estas características, correspondiéndole según (RD 1378/1985 sobre medidas provisionales para la actuación en casos de grave riesgo, catástrofe o calamidad pública)

-Articular un sistema de transmisiones que garantice las comunicaciones entre servicios y autoridades

-Informar a la población

-Proteger la zona siniestrada

-Rescate y salvamento de personas y bienes

-Asistencia sanitaria a las víctimas

-Atención social a los damnificados

-Rehabilitación inmediata de los servicios públicos esenciales para ello, la Ley prevee la creación de planes específicos de actuación.

Las directrices de estos planes de actuación se han desarrollado en la Norma básica de Protección Civil (RD 407/1992), estableciéndose los siguientes planes de emergencias:

-Planes especiales

-Planes territoriales. Se desarrollarán a nivel de

1. Comunidad Autónoma

2. Provincial

3. Comarcal

4. Municipal

Los planes territoriales y especiales han de establecer la planificación de las actuaciones a realizar en las situaciones de catástrofe y los mecanismos de coordinación entre las distintas Administraciones pública implicadas, en relación con los siguientes puntos:

-Catálogo de recursos movilizables e inventario de riesgos potenciales

-Directrices de funcionamiento de los distintos servicios implicados

-Criterios sobre movilización y coordinación de recursos

-Estructura operativa de los servicios que hayan de intervenir en cada emergencia con expresión del mando único de las operaciones.

Planes Territoriales.-

Los planes territoriales han de hacer frente a las emergencias generales y establecer la organización de servicios y recursos en cada ámbito territorial (Autonómico, provincial, municipal,...), pudiendo tener el plan autonómico el carácter de plan director respecto a los de ámbito territorial inferior.

A su vez, el plan territorial de emergencia (PTE), puede organizarse en planes sectoriales, tales como abastecimiento, albergues y asistencia, carreteras, seguridad, transporte, asistencia sanitaria,...

(Figura 1: Estructura y Organización del P.T.E.)

Planes Especiales.-

Frente a los riesgos principales se establecen los denominados planes especiales, con un marco de dependencia en función del tipo de riesgo:

Dependientes de las Comunidades Autónomas

- Riesgo químico

- Riesgo de incendios forestales

- Riesgo de inundaciones

- Riesgo sísmico

- Riesgo volcánico

- Riesgo de accidentes de Mercancías Peligrosas

Dependientes del Estado

- Riesgo nuclear

- Riesgo bélico

IMPLICACION MEDICO-FORENSE EN EL PTE. LA REUNION DE VALENCIA.

Como vemos, la actuación en casos de catástrofe o calamidad pública se ha regulado normativamente en torno a las funciones estrictamente relativas a la protección civil (rescate y salvamento de las víctimas, asistencia sanitaria de las mismas, protección de vidas y bienes, restablecimiento de servicios,...), ignorando las actuaciones relativas a la recuperación y estudio de las víctimas mortales, es decir, la actuación médico-forense.

Por otra parte nuestra Ley de Enjuiciamiento Criminal (arts. 340 a 343) dispone la necesidad de que en los casos de muerte violenta o sospechosa de criminalidad se proceda a la identificación del cadáver y a la práctica de la autopsia por los Médicos Forenses con el fin de informar sobre la causa de la muerte y sus circunstancias.

Evidentemente ésta no posee el carácter de urgencia que requieren los servicios mencionados, pero la forma en que actúen los grupos precedentes va a condicionar notablemente los resultados de nuestro trabajo. Debido a ello, parece conveniente que la actuación médico forense se encuentre perfectamente coordinada con la del resto de los grupos o equipo actuantes y, por lo tanto, nuestra integración en el desarrollo de los planes de actuación.

En el mes de Mayo de 1999, tuvo lugar en Valencia un seminario cuya finalidad era el desarrollo de un protocolo de actuación médico-judicial integrado en los planes ya desarrollados

en la Comunidad Autónoma Valenciana (GOMEZ J, TRULLEN M. 99). Este seminario constituye un punto de partida en la concienciación del resto de los estamentos implicados de la necesidad de integración del trabajo médico forense en una situación que conlleva la producción de un número elevado de víctimas. En resumen, las conclusiones a las que se llegaron en este seminario fueron las siguientes:

Constitución del Puesto de Mando Avanzado (PMA).-

En el lugar donde ocurra la emergencia se constituirá el PMA, a cargo del mando de mayor rango del Servicio de Extinción de Incendios

Grupos de Acción.-

Se organizarán en el terreno los siguientes grupos de acción:

- Grupo sanitario
- Grupo de Intervención (Rescate o Salvamento)
- Grupo de Seguridad
- Grupo Judicial-Forense

Cada uno de estos grupos estará representado en el PMA por un COORDINADOR que asumirá la dirección de su grupo y la coordinación con el resto.

En el caso del grupo de intervención Judicial -Forense, la activación corresponderá al coordinador de seguridad. Inmediatamente se personará la comisión judicial en el lugar de los hechos actuando de forma inicial como coordinador médico-forense el médico forense de guardia del Partido Judicial en que haya ocurrido el suceso, quien se incorporará al PMA.. Una vez realizada una valoración preliminar de la situación complementándose con la información del resto de los coordinadores informará al Coordinador Médico Forense para el diseño del operativo médico forense.

Funciones del Coordinador M-F.-

- Análisis de la situación ? diseño del operativo M-F.
- Localización de recursos humanos y materiales (cooperación del resto de coordinadores)
- Coordinación con resto de grupos de acción
- Informe a la autoridad judicial
- Designación de los responsables de las áreas M-F

Cooperación con Otros Grupos de Acción.-

- Intervención y rescate

- Previsión de consecuencias
- Establecimiento de áreas/servicios m?f
- Tareas de rescate de cadáveres

- . de seguridad

- Identificación de cadáveres

- sanitario

- Numeración y señalización de las víctimas
- Información de las víctimas
- Organización conjunta de área sanitaria, recursos,... tras 10 fase de emergencia
- Personal voluntario para funciones socio-sanitarias

Grupo de Acción Médico-Forense.-

El grupo de acción Médico-Forense estará a las inmediatas órdenes del Juez de Instrucción estando formado por:

- Medicos Forenses
- Odontologos Forenses
- Radiologos Forenses
- Antropologos Forenses

- Miembros de Policia Cientifica
- Fotografos especializados
- Personal Auxiliar

Sus funciones serán las siguientes:

- Identificación de los cadáveres (grupo multidisciplinar)
- Estudio necrópsico (examen individualizado de cada cadáver)
- Reconocimiento de los cadáveres

PROTOCOLO DE ACTUACION MEDICO-FORENSE.

Tipos de Siniestros.-

La actuación médico forense estará sujeta en cada caso a las características concretas del siniestro (SANCHEZ J.A. 1997).

36.AEREOS.- Se caracterizan por presentar traumatismos muy graves y gran dispersión de los restos y objetos personales. Esto, junto con la multinacionalidad de las víctimas dificulta las tareas de identificación, aunque presentan la ventaja de contar con una lista de pasajeros. Precisan el uso de formularios de identificación.

(Figura 2: Formulario de identificación de Interpol)

37. TERRESTRES.- Los traumatismos no son tan graves _ los cadáveres no suelen presentar mutilaciones tan severas. Aunque no hay lista de pasajeros suelen corresponder a una misma nacionalidad, y por lo general están documentados por lo que es fácil la identificación por técnicas dactiloscópicas.

38. MARITIMOS.- Los cadáveres presentan grandes mutilaciones por acción de los elementos (agua, rocas, animales) y pérdida de documentos y objetos personales. Precisan el uso de formularios de identificación.

39. INCENDIOS.- La muerte puede deberse a la propia acción del fuego (cadáveres carbonizados), precisando el uso de formularios de identificación, o bien deberse a intoxicación por la inhalación de gases tóxicos u otros procesos que cursan sin alteración o destrucción del cadáver, permitiendo su identificación por técnicas dactiloscópicas.

40. INUNDACIONES.- Los cadáveres recuperados en una primera fase suelen estar en buen estado de conservación y en general no presentan grandes traumatismos, permitiendo el reconocimiento visual y la identificación dactilar. En fases más avanzadas el desarrollo de los fenómenos putrefactivos suele requerir el uso de los formularios de identificación.

Organización de la actuación Médico-forense.-

La actuación médico forense en una situación de múltiples víctimas se ha de organizar tanto en relación a las tareas de recuperación de los cadáveres (FASE DE LEVANTAMIENTO), como en lo referente al estudio médico forense de cada uno de ellos (FASE DE DEPOSITO), con el fin de obtener la información inherente a toda autopsia judicial, a saber, identidad de las víctimas, causa de la muerte y circunstancias de la misma. Las características especiales, sobre todo el volumen de cadáveres y la posible dispersión de los mismos (caso de los accidentes aéreos) exigen que las tareas a desarrollar en estas dos fases esté perfectamente planificada de antemano respecto al modo de actuación y necesidad de medios materiales y personales, y una completa coordinación con el resto de los equipos de actuación.

41. FASE DE LEVANTAMIENTO.-

El levantamiento de los cadáveres exige una minuciosa planificación y coordinación fundamentalmente con el grupo de seguridad

(miembros de Policía Judicial), pero también con el resto de efectivos que van a intervenir sobre todo en las operaciones de rastreo (protección civil, ejército, voluntarios,...), generalmente supeditados al grupo de intervención.

1. En los casos en que por las características del siniestro haya una cierta dispersión de los cuerpos debe procederse a la sectorización del área y, siempre que sea factible, a la cuadriculación del terreno, previamente a las labores de rastreo por parte de los equipos de batida.

2. Cada uno de los hallazgos, ya sean éstos cuerpos o partes de los mismos u objetos personales, deben ser acotados representándose en un plano que reproduzca los sectores o cuadrículas y obteniendo registros foto y/o videográficos de los mismos, incluyendo planos generales, de detalle y de relación de cuerpos y objetos.

3. Cada uno de los restos humanos u objetos deberá ser numerado, teniendo en cuenta las siguientes precauciones:

1. Debe existir un solo centro distribuidor de tarjetas, al objeto de evitar duplicaciones en la numeración u otros errores.

2. Las tarjetas numeradas deben ser dobles, de manera que una de ellas queda unida al cadáver u objeto y otra a la bolsa en que se introduce.

4. Una vez efectuados los registros gráficos y colocadas las etiquetas identificativas se procederá a la recogida de los restos u objetos.

5. Nunca se deberán separar los restos cadavéricos de objetos relacionados con los mismos, ni se intentará realizar una identificación en el terreno.

42. FASE DE DEPOSITO.-

Es conveniente que exista un único depósito de cadáveres en el que se realicen todas las operaciones necesarias (autopsias y pruebas complementarias), aunque inicialmente puede disponerse un depósito provisional en las inmediaciones del lugar del suceso, dentro de la denominada "área de base" (FERNANDEZ V 1999) como paso intermedio hacia el depósito definitivo.

Un único depósito evitará la multiplicación de equipos y la dispersión de la información, facilitando las tareas de identificación y evitando una angustia innecesaria a los familiares.

La ubicación del depósito definitivo debe estar

prevista de antemano, incluyendo en el los planes de emergencia espacios específicos distribuidos por áreas o zonas que puedan cumplir con este cometido ante una situación de catástrofe (hangar, pabellón polideportivo,...)

Las características que deben reunir estos espacios para su selección son las siguientes (BUSUTIL 1989, CLARK 1989):

43. Debe ser un lugar cubierto
44. De fácil acceso
45. Que permita una garantía de seguridad y privacidad
46. Que posea las infraestructuras adecuadas (puntos de luz, agua, desagües,...)
47. Con espacio para integrar las distintas zonas
 1. Zona de estudio de cadáveres
 2. Almacén
 3. Sala de exposición de cadáveres
 4. Oficinas
 5. Zonas de servicios (aseos, catering, zonas de descanso...)+
 6. Amplio aparcamiento

El área de estudio de los cadáveres, en la que se va a desarrollar la actividad médico-forense debe distribuirse de forma que se puedan optimizar los medios humanos y materiales y rentabilizar al máximo el tiempo que, en estos casos, siempre juega a nuestra contra. Para ello deberá contar con distintas áreas en las que se lleven a cabo tareas específicas:

48. Área de recepción de los cuerpos
 1. Algunos autores recomiendan fijar una nueva numeración de las bolsas, con etiqueta de diferente color que permita diferenciar la numeración de campo de la numeración del depósito.
 2. Asignar una bolsa portadocumentos a cada cadáver que contiene la totalidad de los protocolos y documentos médico-legales que habrá que cumplimentar en cada una de las áreas de estudio.
49. Área de necroidentificación
 1. Dactiloscopia y fotografía
 2. Radiología
 3. Odontología y Antropología
 4. Sala de autopsias
 5. Área de conservación y preparación de los cadáveres.

EXPERIENCIA EN LABORATORIO EN LA ACTUACIÓN EN GRANDES CATÁSTROFES

Uno de los casos que se remitió al laboratorio

de Antropología Forense al objeto de establecer la identificación fue un accidente aéreo ocurrido a una avioneta ocupada por tres pasajeros, una mujer y dos hombres, descubiertos un año después de ocurrido el accidente, por lo que los restos se encontraban esquelétizados. Los restos venían en tres bolsas separadas, pero al proceder a su estudio se observó que no se habían separado correctamente los restos óseos y que existía una mezcla de los restos correspondientes a los tres individuos, que presumiblemente viajaban en la avioneta. La separación de los tres, resultó una tarea dificultosa pues no solo eran fragmentos óseos el material a tratar, sino que los restos correspondían a dos varones (hermanos) de características muy similares, y el otro cuerpo era de una mujer de elevada estatura y de complexión atlética;

Se realizó un estudio antropológico-forense, en el que se tuvieron en cuenta los datos métricos y morfológicos a fin de establecer las características de cada uno de los viajeros (edad, sexo, talla y cualquier otra característica particular). Para esta operación se procedió a unir todos los restos que estaban muy fragmentados y algunos de ellos quemados por el incendio posterior que debió seguir al accidente. A partir de los huesos largos que se pudieron reconstruir en su totalidad se determinó la talla y a partir del estudio morfológico y métrico de huesos largos y de los restos de coxal se pudo determinar el sexo. Con ello se consiguió individualizar los restos correspondientes a cada uno de los individuos. (fotografía 1). Conociendo que se trataba de dos hombres y una mujer se solicitaron datos ante mortem para proceder a su identificación. Se nos remitió la ficha dental de uno de los varones y varias fotografías de la mujer, además de las características físicas personales de cada uno de ellos, como edad, complexión, etc.

Se realizó un primer análisis, en el que se pudo comprobar la existencia de restos esqueléticos que correspondían efectivamente, a dos varones y una mujer. Cotejados los datos que disponíamos de edad, talla y sexo, se estableció un diagnóstico de presunción sobre la identidad de cada uno de los esqueletos para proceder a un estudio más minucioso a fin de establecer la identidad de forma fehaciente.

De los tres individuos y dado que disponíamos de la ficha dental de uno de los varones y la fotografía de la mujer procedimos a el cotejo de la ficha dental y a tratar de realizar la superposición craneo-fotográfica de los restos de la mujer.

Para ello contábamos con los siguientes restos:

Varón 1.

Maxilar Superior: Fragmento que corresponde a la parte anterior del maxilar donde se observan

vacíos los alvéolos correspondientes a los dientes incisivos centrales y lateral superior izquierdos por pérdida "post mortem".

Maxilar Inferior: Aparecen dos fragmentos de este hueso, uno corresponde a la sínfisis en el tramo que va desde el segundo premolar inferior derecho al incisivo lateral derecho, a cuyos niveles se encuentra fracturado y otro que corresponde a la rama izquierda, a partir del primer molar que esta ausente por extracción antigua y toda la rama ascendente completa. Se observan vacíos los alvéolos correspondientes a los cuatro incisivos inferiores y canino inferior, todos ellos por pérdida "post mortem". El primero y segundo premolares inferiores derechos también se han perdido "post mortem" y el primer molar de este lado fue extraído hace tiempo. Esta vacío por pérdida "post mortem" el alvéolo correspondiente al segundo molar, el tercer molar está presente con una caries en la cara mesial interproximal y una obturación de amalgama de plata en la cara oclusal. (fotografía 2)

Varón 2

Maxilar Superior: Se encuentra la parte anterior de este maxilar, desde el segundo premolar superior derecho al segundo premolar superior izquierdo.

Los dientes de este fragmento de maxilar están todos compuestos por una prótesis fija en metal cerámica de nueve piezas dentales, y que ocupa desde el primer premolar superior derecho (14) que está en extensión hasta el segundo premolar superior izquierdo (25), último pilar de la citada prótesis. Son pilares de la prótesis los dientes caninos derecho (13) e izquierdo (23), incisivos laterales derecho (12) e izquierdo (22), incisivos centrales derecho (11) e izquierdo (21) y segundo premolar izquierdo (25). Es pieza intermedia el primer premolar izquierdo (24) y esta en extensión el primer premolar derecho (15). El citado puente esta pues ferulizado en una sola pieza. (fotografía 3)

Maxilar inferior. Se encuentran dos fragmentos. Hay dos fracturas de rama horizontal, pero no aparece el fragmento que corresponde al tercio distal de la rama horizontal derecha y la rama ascendente.

El estado dental de este maxilar es el siguiente: Los incisivos central y lateral izquierdos se han perdido "post- mortem" y sus alvéolos correspondientes están vacíos. El canino inferior izquierdo (33) esta fracturado por el traumatismo a nivel del cuello, a pesar de ello se puede observar que ha sido tallado para colocarle una prótesis fija.

El premolar que le sigue (34) tiene la misma fractura que el canino y también esta tallado para llevar una corona de prótesis fija.

El incisivo central inferior derecho, esta ausente "postmortem".

El incisivo lateral inferior derecho presenta una fractura de los dos tercios de la corona en su cara mesial sin afectar a la raíz.

El canino inferior derecho (43), tiene una corona de metal cerámica que se encuentra fracturada en la carilla vestibular.

El primer premolar inferior derecho (44), es una pieza intermedia de metal cerámica.

El segundo premolar inferior derecho (45), es el otro pilar de este puente fijo de tres piezas que va desde el canino al segundo premolar inferior derecho,(43, 44, 45) Primero, segundo y tercer molares inferiores izquierdos no existen, ni tampoco los del lado derecho, por extracciones realizadas hace tiempo.

Mujer

Maxilar Superior: Hay dos fragmentos de este maxilar, consecuencia de una fractura que interesa a la rama horizontal del hueso palatino paralela al rafe medio, y que se extiende desde la cara mesial del primer premolar superior derecho en línea ascendente hasta la tuberosidad retromolar. Una vez reconstruido este maxilar superior esta casi completo con todos sus dientes excepto los dos incisivos superiores derechos que se han perdido a causa del traumatismo.

El estado dental es el siguiente:

Incisivos central y lateral derechos : Perdida traumática, falta toda la tabla externa del maxilar correspondiente a sus raíces.

Canino derecho: diente natural.

Primer premolar derecho: Esta obturado con resina sintética del tipo composite, en sus caras oclusal y mesial.

Segundo premolar derecho: Diente natural, con caries de primer grado en la fosa central.

Primer molar derecho: Diente natural con gran reconstrucción de amalgama de plata, que ocupa las caras mesial, oclusal y palatina.

Segundo molar derecho. Diente natural con reconstrucción en amalgama de plata en sus caras mesial y oclusal.

Tercer molar derecho: No existe.

Incisivo central izquierdo: Tiene una fractura del tercio incisal de la corona en dirección oblicua ascendente y en sentido disto? mesial.

Incisivo lateral izquierdo: También tiene fracturada la corona, que lo ha dividido en dos con pérdida de sustancia. Esta fractura es oblicua en sentido ascendente, desde el ángulo mesial hasta la parte distal de la línea cervical por ambas caras, vestibular y palatina.

En cuanto a su implantación en la arcada, este diente presenta una rotación por mesial en dirección hacia vestibular, que origina un pequeño trema de forma triangular y que va a ser muy útil en la superposición video fotográfica.

Canino izquierdo: Diente natural con fisuras en el esmalte.

Primer premolar izquierdo: diente natural con reconstrucción de resina sintética del tipo composite en sus caras oclusal y distal.

Segundo premolar izquierdo. Diente natural con caries de primer grado en la fosa central.

Primer molar izquierdo: Diente natural, con gran reconstrucción de amalgama de plata en las caras oclusal, dos tercios distales de la cara lingual y la distal completa.

Segundo molar izquierdo: Diente natural con obturación de amalgama de plata en las caras oclusal y mesial.

Tercer molar izquierdo: No existe.

Maxilar inferior: De este hueso aparecen tres fragmentos consecuencia de dos fracturas, una a nivel de la sínfisis, y otra en el cuello del cóndilo izquierdo.

Una vez reconstruido observamos que posee todas las piezas dentales, aunque ha habido pérdida "post mortem" de los incisivos central y lateral derechos y del lateral izquierdo.

Estudio dental:

Incisivo central izquierdo: Diente natural con fisura vertical en Y que atraviesa toda la cara vestibular y lingual, así como pequeñas fracturas del ángulo incisal distal.

Incisivo lateral izquierdo: Ausente "post mortem".

Canino izquierdo: Diente natural.

Primer premolar izquierdo: Diente natural con obturación de amalgama de plata en la fosa distal de la cara oclusal.

Segundo premolar izquierdo: Diente natural, con pequeñas caries de primer grado en las fosas y situado en linguo versión. Primer molar izquierdo: Diente natural con gran reconstrucción de amalgama de plata en las caras oclusal, mesial, y el tercio mesial de la cara lingual.

Segundo molar izquierdo: Diente natural con obturación de amalgama de plata en la cara oclusal. Tercer molar izquierdo: Diente semiretenido intraoseo por falta de espacio, solo aparecen las cúspides mesiales que en vida estarían submucosas, las distales tienen una cubierta ósea.

Incisivo central y laterales derechos: Ausentes "post mortem".

Canino derecho: diente natural.

Primer premolar inferior derecho: tiene una corona individual de metal cerámica. La raíz

presenta un color verdusco probablemente por efectos oxidativas del metal sobre ella.

Segundo premolar derecho: Diente natural con obturación de resina sintética del tipo composite en sus caras oclusal y distal. Primer molar inferior derecho: Diente natural, con obturación de amalgama de plata en las caras mesial y oclusal y pequeño islote también obturado con el mismo material en la cúspide disto vestibular.

Segundo molar derecho: Diente natural, con obturación de amalgama de plata en su cara oclusal, y pequeño islote también en amalgama en el tercio disto incisal de la cara lingual.

Tercer molar derecho: ausente por extracción reciente. (fotografías 4 y 5)

Se procedió al cotejo entre la ficha dental, antes mencionada y los maxilares que correspondían presumiblemente a dos varones, encontrándose una correspondencia con el varón que hemos reseñado como (varón 2).

La ficha tenía las siguientes anotaciones: (texto original)

Dent 14	Intermediaire céramo métallique en extension.
13	Couronne céramo métallique + obturation radiculaire + pivot radiculaire.
12	Idem.
11	Couronne céramo?-métallique
21	" " "
22	" " "
23	" " + Obturation radiculaire + pivot radiculaire.
24	Intermédiaire céramo? métallique.
25	Couronne céramo métallique.
35	Intermediaire céramo?métallique en extension.
34	Couronne céramo?métallique.
33	" " "
32	Dent naurelle.
31	" "
41	" "
42	" "
43	Couronne céramo?métallique.
44	Intermédiaire céramo?métallique.
45	Couronne céramo?métallique.

Como se puede comprobar esta ficha se corresponde como hemos comentado con el varón 2. También se realizaron radiografías en las que pudimos observar las desvitalizaciones citadas, y los pernos radiculares, tanto de serie, en los dientes 12 y 13, como el perno muñón colado que tiene el 23.

Se hizo también análisis de imagen de la

radiografía, aplicándole diferentes filtros a fin de poner de manifiesto alguna otra alteración no visible en la placa normal. En este caso se aplicaron los filtros Normalize y Pseudoplast, que nos sirvió para comprobar la diferente densidad radiográfica de los distintos materiales dentales empleados.

Esta identificación plena de uno de los sujetos varones nos permitió indirectamente diferenciar el otro sujeto varón del que solo disponíamos de datos en cuanto a estatura y complexión que se correspondían con los restos que numeramos como varón 1.

El cotejo para identificar los restos que etiquetamos como mujer se realizó con las fotografías (fotografía 6) que se nos habían remitido y los restos de maxilares (fotografía 7) mediante la técnica de superposición de imágenes, utilizando para ello las citadas fotos, el maxilar superior correspondiente a la mujer y un analizador de imágenes VIDAS KONTRON que está diseñado para medir dimensiones espaciales y la densidad de grises de una imagen tomada mediante cámara de video; asimismo permite el conteo automático de objetos por campo.

El hardware de este ordenador consta de una unidad central con dos monitores en color, tabla digitalizadora e impresora, además está conectado a una cámara de video y a un microscopio que permiten la introducción de imágenes para su manejo. El software VIDAS permite al usuario establecer sus propios programas de ejecución sucesiva de funciones; de esta manera, se pueden elegir las más apropiadas al estudio que se plantea. Con este método pudimos superponer una imagen de video en directo del cráneo y una imagen delineada de la fotografía, teniendo además como ventaja el que se pueden practicar múltiples intentos de adaptación en un tiempo relativamente reducido. Este caso se resolvió realizando la superposición de los dientes superiores anteriores que se veían en la fotografía, en el que además se notaba en incisivo lateral izquierdo la particularidad de tener una pequeña rotación hacia vestibular, que coincidía también con el de la víctima.

Por otro lado disponíamos de los maxilares completos de la mujer, por lo que procedimos a la superposición de la siguiente forma: Se realizó la captación de la imagen de la fotografía a través de la cámara de video y se fijó en memoria. Después se captó la imagen de los maxilares que disponíamos disponiéndolos en la misma orientación que la fotografía y aplicando las funciones que vienen definidas en el software del analizador se procedió a sumar ambas imágenes obteniendo una superposición que coincidía

plenamente. Después se procedió a realizar la superposición usando como referencia solo los incisivos que en la fotografía en la que tenía la boca entreabierta eran perfectamente visibles, coincidiendo también plenamente (fotografía 8). Esto permitió sin lugar a dudas aclarar definitivamente la identidad de esta pasajera.

Aunque la resolución de este caso corresponde a un accidente de los consignados como de aviones ligeros, y que nada tiene que ver con la complejidad que tienen los accidentes de los aviones comerciales si nos da una idea de la importancia de combinar en un equipo diferentes profesionales. En este caso pudo resolverse la identificación combinando los conocimientos de Antropología y Odontología Forense, y uniéndolo a la ayuda prestada por la técnica radiológica y la superposición de imagen. En el caso de un gran accidente serán necesarios otros profesionales en el equipo como se indica

BIBLIOGRAFIA.

S Pérez Izquierdo, J.M. Accidentes de Múltiples Víctimas/Catástrofes. Taller de protocolización médica y judicial en accidentes de múltiples víctimas y grandes catástrofes. IVESP. Valencia. Mayo 1999.

S Gómez J, Trullén M. Protección Civil. Planes y Procedimientos frente a emergencias. Taller de protocolización médica y judicial en accidentes de múltiples víctimas y grandes catástrofes. IVESP. Valencia. Mayo 1999.

S Sánchez J.A. Desastres de masas: legislación y tipos de accidentes. Rev. Esp. Med. Leg. 1997; XXI(78-79): 51-56.

S Ley 2/85 de 21 de enero sobre Protección Civil. BOE 25 de Enero 1985 (22)

S RD 1378/1985 de 1 de agosto sobre medidas provisionales para la actuación en casos de grave riesgo, catástrofe o calamidad pública. BOE 10 de Agosto 1985 (191)

S RD 407/1992 de 24 de abril, por el que se aprueba la Norma básica de Protección Civil. BOE 1 de Mayo de 1992 (105)

S Ley de Enjuiciamiento Criminal.

S Busuttill A, Jones JSP. Deaths in major disasters. The Pathologist's role. Royal College of Pathologist. 1989.

S Clark M.A, Clark S.R, Perkins D.G. Mass Fatality Aircraft Disaster Processing. Aviation, Space and Environmental Medicine. 1989: 64-73.

S Fernández V. Delimitación de áreas de actuación ante una emergencia. Taller de protocolización médica y judicial en accidentes de múltiples víctimas y grandes catástrofes. IVESP. Valencia. Mayo 1999.

reseña bibliográfica



ANTROPOLOGÍA CRIMINOLÓGICA.

Autores:

Rodes Lloret F., Martí Lloret J.B., Chiarri Rodrigo J.M., Cloquell Rodrigo B, Giner Alberola S., Jiménez Moreno S.

Se abordan en este libro los aspectos criminológicos de la Medicina Legal en general y de la Antropología Forense en particular.

Se hace hincapié en los análisis y las técnicas que se utilizan en Antropología, como ciencia de apoyo de la Criminología.

Se revisan, entre otros, temas referentes a la identificación médico-legal, dactiloscopia, grandes catástrofes, levantamiento de cadáver, autopsia medico-legal, tanatología forense recogida y manipulación de restos óseos humanos, determinación de la data, especie, raza, sexo, talla, edad, antropometría, lesiones óseas por agentes externos, enfermedades y debidas a tafonomía, odontología y estudio del ADN en la investigación antropológica de restos óseos antiguos y contemporaneos.

Todos ellos, temas de gran interés para aquellos colectivos relacionados en mayor o menor grado con la antropología criminológica, como: estudiantes de antropología social y cultural, criminología, medicina, derecho, juristas fuerzas y cuerpos de seguridad del estado, arqueólogos, etc.

Los interesados en la obra pueden solicitarla al tel/fax 96-665 84 87 o a la siguiente dirección electrónica de la Universidad Miguel Hernández: reprografía.elche@umh.es.

MANUAL DE MEDICINA LEGAL Y FORENSE.

Directores:

Casas Sánchez J.D., Rodríguez Albarrán M.S.

Auroes: Aguilera Tapia B., Anadón Baselga M.J., Arroyo Pardo E., Bandrés Moya F., Borobia Fernández C., Casas Sánchez J.D., Donat Laporta E.R., Dorado Fernández E., Herrera Laguna M., Martínez Baza P., Perea Pérez B., Ramos Almazán M.T., Rodríguez Albarrán M.S., Sánchez Sánchez J.A., Suárez Mier M.P., Vedia Álamo M, Vega Gutiérrez J., Villalaín Blanco J.D.

Editorial COLEX. Teléfono 91 581 34 85.

Páginas 1.424. Precio 15.000 pts.