CIENCIA FORENSE

Revista Aragonesa de Medicina Legal

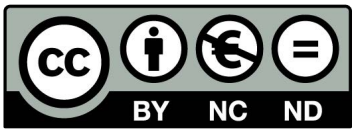
Nº 7 Año 2005

Monográfico:
Odontología forense

Artículos originales

INSTITUCIÓN «FERNANDO EL CATÓLICO»
Excma. Diputación de Zaragoza

La versión original y completa de esta obra debe consultarse en:
https://ifc.dpz.es/publicaciones/ebooks/id/2364



Esta obra está sujeta a la licencia CC BY-NC-ND 4.0 Internacional de Creative Commons que determina lo siguiente:

- BY (Reconocimiento): Debe reconocer adecuadamente la autoría, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de una manera que sugiera que tiene el apoyo del licenciador o lo recibe por el uso que hace.

- NC (No comercial): La explotación de la obra queda limitada a usos no comerciales.

- ND (Sin obras derivadas): La autorización para explotar la obra no incluye la transformación para crear una obra derivada.

Para ver una copia de esta licencia, visite https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es.

CIENCIA FORENSE

Revista Aragonesa de Medicina Legal

NÚM. 7

CIENCIA FORENSE

Revista Aragonesa de Medicina Legal

NÚM. 7

INSTITUCIÓN «FERNANDO EL CATÓLICO» (C. S. I. C.)
Excma. Diputación de Zaragoza
Zaragoza, 2005

Publicación número 2.590
de la
INSTITUCIÓN «FERNANDO EL CATÓLICO»
(Excma. Diputación de Zaragoza)
Plaza de España, 2
50071 ZARAGOZA (España)
Tff.: [34] 976 28 88 78/79 - Fax: [34] 976 28 88 69
ifc@dpz.es
http://ifc.dpz.es

FICHA CATALOGRÁFICA

CIENCIA FORENSE. Revista Aragonesa de Medicina Legal. Nº 1 (1999).– Zaragoza: Institución «Fernando el Católico», 1999.– 24 cm

Anual

ISSN: 1575-6793

I. Institución «Fernando el Católico», ed.

340.6(460.22)

Toda correspondencia, peticiones de envío, canje, etcétera, deben dirigirse a la Institución «Fernando el Católico». Las normas de presentación de originales se encuentran al final de la revista.

La Revista *CIENCIA FORENSE* no se identifica con las opiniones o juicios que los autores exponen en uso de la libertad intelectual que cordialmente se les brinda.

Diseño de cubierta: José Luis Cano.
© Los autores.
© De la presente edición: Institución «Fernando el Católico».

ISSN: 1575-6793
Depósito Legal: Z-879/99

Impresión: Los Fueros Artes Gráficas. Zaragoza

IMPRESO EN ESPAÑA - UNIÓN EUROPEA

CIENCIA FORENSE

REVISTA ARAGONESA DE MEDICINA LEGAL

Directora

MARÍA BEGOÑA MARTÍNEZ-JARRETA
Catedrática de Medicina Legal y Forense
Universidad de Zaragoza (ESPAÑA)

Coordinadora

MARÍA CASTELLANO ARROYO
Catedrática de Medicina Legal y Forense
Universidad de Granada (ESPAÑA)

Secretario

JOSÉ ASO ESCARIO
Médico Forense
Profesor Asociado de la Cátedra de Medicina Legal y Forense
Universidad de Zaragoza (ESPAÑA)

Coordinación del presente número

AURORA VALENZUELA GARACH
Catedrática de Medicina Legal y Forense
Universidad de Granada

ANDRÉS MARTÍNEZ CORDERO
Médico de Sanidad Penitenciaria
Colaborador del Área de Medicina Legal y Forense
Universidad de Oviedo

Comité de Redacción

ARMANDO BARREDA HERNÁNDEZ
Magistrado-Juez del Juzgado de lo Penal n.º 6 de Zaragoza

JUAN ANTONIO COBO PLANAS
Director de la Clínica Médico-Forense de Zaragoza

ANA FERRER DUFOL
Jefe de Sección del Servicio de Medicina Legal y Toxicología
Hospital Clínico Universitario
Profesora Asociada
Universidad de Zaragoza

RAFAEL HINOJAL FONSECA
Catedrático de Medicina Legal y Forense
Universidad de Oviedo

FABRICIO GONZÁLEZ-ANDRADE
Médico, Laboratorio de Genética de la Cruz Roja Ecuatoriana
DIAGEN, Diagnóstico e Identificación Genética
(ECUADOR)

LUIS PASTOR EIXARCH
Magistrado. Zaragoza

Consejo Asesor

Dr. José María Abenza Rojo
Médico Forense. Madrid

Dr. Bruce Budowle
Chief. Senior Scientist. FBI Washington D.C. (USA)

Prof. A Carracedo Álvarez
Catedrático de Medicina Legal y Forense. Universidad de Santiago

Prof. J. Castilla Gozalo
Catedrático de Medicina Legal y Forense. Universidad de Málaga

Prof. L. Concheiro Carro
Catedrático de Medicina Legal y Forense. Universidad de Santiago

Prof. J. Corbella Corbella
Catedrático de Medicina Legal y Forense. Universidad de Barcelona

Prof. N. Duarte Vieira
Catedrático de Medicina Forense. Director del Instituto de Medicina Legal
Universidad de Coimbra

Dr. Sergio Gallego Riestra
Inspector de Sanidad. Asturias

Prof.ª Marina Gisbert Grifo
Profesora Titular de Medicina Legal y Forense
Universidad de Valencia

Prof. C. Hernández Cueto
Profesor Titular de Medicina Legal y Forense. Universidad de Granada

Prof. E. Huguet Ramia
Catedrático de Medicina Legal y Forense. Universidad de Barcelona

Prof. A. Luna Maldonado
Catedrático de Medicina Legal y Forense. Universidad de Murcia

Prof. J. B. Martí-Lloret
Catedrático de Medicina Legal y Forense. Universidad de Alicante

Prof. L. Frontela Carreras
Catedrático de Medicina Legal y Forense. Universidad de Sevilla

Prof. M. López Rivadulla
Catedrático de Toxicología. Universidad de Santiago

Prof. P. Martínez Baza
Catedrático de Medicina Legal y Forense. Universidad de Valladolid

Prof. R. Muñoz Garrido
Catedrático de Medicina Legal y Forense. Universidad de Salamanca

Prof. V. Moya Pueyo
Catedrático de Medicina Legal y Forense. Universidad Complutense de Madrid

Prof. Dr. D. Eduardo Osuna Carrillo de Albornoz
Catedrático de Medicina Legal y Forense. Universidad de Murcia

Dr. M. Repetto Jiménez
Ex Director del Instituto Nacional de Toxicología. Departamento de Sevilla

Prof. M. Rodríguez Pazos
Catedrático de Medicina Legal y Forense. Universidad de Barcelona

Prof. C. Romeo Casabona
Catedrático de Derecho y Genoma Humano. Universidad de Deusto

Prof. J. L. Romero Palanco
Catedrático de Medicina Legal y Forense. Universidad de Cádiz

Dr. Javier Sánchez Caro
Subdirector Gral. de la Asesoría Jurídica del Insalud. Madrid

Dr. M. Sancho Ruiz
Director del Instituto Nacional de Toxicología. Departamento de Madrid

Prof.ª Aurora Valenzuela Garach
Catedrática de Medicina Legal y Forense. Universidad de Granada

Prof. J. L. Valverde Villarreal
Director del Instituto Nacional de Toxicología. Departamento de Barcelona

Prof. J. D. Villalaín Blanco
Catedrático de Medicina Legal y Forense. Universidad de Valencia

Prof. E. Villanueva Cañadas
Catedrático de Medicina Legal y Forense. Universidad de Granada

ÍNDICE

REVISIONES

VALENZUELA GARACH, A.: Estrategias y propuestas de intervención de los equipos de identificación en grandes catástrofes: papel de la Odontología Forense 11

HINOJAL FONSECA, R.: Las partes óseas estomatológicas y los dientes en la identificación de las personas 35

MARTÍN DE LAS HERAS, S.: Estimación de la edad a través del estudio dentario 69

SWEET, D. J.: Marks from teeth as forensic evidence the state of the art.. 91

SWEET, D. J.: Análisis de las marcas de los dientes como indicios forenses 99

HINOJAL FONSECA, R.; MARTÍNEZ CORDERO, A.: Identificación en Odontología a través de los tejidos blandos 111

HERNÁNDEZ JEREZ, A.: Interés toxicológico de la cavidad oral 125

MARTÍNEZ CORDERO, A.: Patología laboral en Odontoestomatología 147

GONZÁLEZ-ANDRADE, F.; SÁNCHEZ, D.; MARTÍNEZ-JARRETA, B.: El estudio de polimorfismos de ADN a partir de restos óseos y dientes y sus aplicaciones en la identificación de desaparecidos 163

ARTÍCULOS ORIGINALES

FALCÓN ROMERO, M.; HERNÁNDEZ DEL RINCÓN, J. P.; TORRES SÁNCHEZ, M. C.; PÉREZ CÁRCELES, M. D.; OSUNA, E.; LUNA MALDONADO, A.: El papel del médico legista en la identificación de los accidentes de trabajo. A propósito de un caso de intoxicación por gasolina 185

HERNÁNDEZ CUETO, C.; VILLANUEVA CAÑADAS, E.: Importancia del Estado Anterior en la valoración del daño corporal..... 193

GONZÁLEZ-ANDRADE, F.; SÁNCHEZ, D.; MARTÍNEZ-JARRETA, B.: Análisis de 2.758 casos de paternidad resueltos con polimorfismos STR-PCR en Ecuador 205

NORMAS DE PUBLICACIÓN..... 217

REVISIONES

Ciencia Forense, 7/2005: 11-34

ESTRATEGIAS Y PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN DE LOS EQUIPOS DE IDENTIFICACIÓN EN GRANDES CATÁSTROFES: PAPEL DE LA ODONTOLOGÍA FORENSE

AURORA VALENZUELA GARACH*

Resumen: Las víctimas mortales a consecuencia de grandes catástrofes son motivo de una amplia problemática médico-legal. En este artículo de revisión se abordan los problemas judiciales, organizativos y médico-legales consecutivos a situaciones de grandes catástrofes. En primer lugar se expone el procedimiento de intervención en estos casos con especial atención a los procesos de identificación de las víctimas mortales. Se presenta el procedimiento de intervención de los equipos humanos, los métodos científicos de identificación y la relevancia de la identificación comparativa dental en estas situaciones. Por último se realiza una discusión crítica de las consideraciones y conclusiones que se plantean en las investigaciones de la identidad.

Palabras clave: Grandes catástrofes. Estrategias intervención catástrofes. Métodos de identificación. Identificación dental.

Abstract: A variety of forensic problems are presented in mass disasters when human causalities occur. A practical approach to the management of practical cases and resolution of forensic problems in mass disasters are presented in this review article. First, strategies and principles for identification of victims are discussed. Then, the role of each member of the identification team is presented along with the most reliable and scientific methods for human identification including the usefulness and limitations of dental identification methods. At last, a critical discussion on conclusions of human identification is included.

Key words: Mass disasters. Disaster planning. Identification methods. Dental Identification.

* Catedrático de Medicina Legal y Forense, Departamento de Medicina Legal. Universidad de Granada. Avda. de Madrid, 11. 18012 Granada.

INTRODUCCIÓN

Las grandes catástrofes en las que ocurren pérdidas humanas, de origen natural, tecnológico, o provocadas por el ser humano, son desafortunadamente un acontecimiento que aunque se puedan activar mecanismos para su prevención, siempre se van a seguir produciendo. Un aspecto común a todas ellas es la necesidad inevitable de la práctica de una serie de investigaciones policiales, técnicas, médicas o de otro tipo que son consecutivas a la catástrofe. En estas situaciones se puede requerir la intervención de los peritos médico-forenses en la resolución de dos grandes grupos de problemas: organizativos y médico-legales.

En relación a los problemas estrictamente médico-legales, cinco tienen una especial relevancia en los casos de víctimas mortales en situaciones de grandes catástrofes: establecimiento de la causa de la muerte, mecanismo de muerte, identificación de los fallecidos, orden de fallecimiento de las víctimas, y la obtención de datos especiales destinados a la prevención de este tipo de accidentes.

El establecimiento de la causa y el mecanismo de muerte de las víctimas mortales de una gran catástrofe son problemas prioritarios que exigen la práctica de una autopsia judicial completa. Por el tipo de problemas médico-legales que se plantean en estos casos puede resultar especialmente relevante la descripción del estado de los vestidos y objetos personales, y un exhaustivo examen externo del cadáver, con incorporación de fotografías y esquemas de las posibles lesiones, o datos identificativos como estigmas, cicatrices, tatuajes, etc. Además del examen interno completo incluyendo todas las cavidades, resulta pertinente la práctica de estudios complementarios toxicológicos y de anatomía patológica para detectar la presencia de intoxicaciones (farmacológica, drogas de abuso o alcohol), y confirmar las lesiones morfológicas que justifiquen la causa de la muerte.

En estas circunstancias las muertes suelen producirse por mecanismos complejos. Si se producen grandes traumatismos, la generación de lesiones múltiples obliga a esclarecer lo relativo al orden de producción de las mismas y la sobrevivencia de la víctima a las mismas. En otros casos se unen otros agentes externos como el fuego, produciendo quemaduras de distinto grado o carbonización, o si la muerte se produjo por *sumersión* se ha de esclarecer si aquella se produjo previamente a la caída al agua o fue consecuencia de la permanencia del sujeto dentro del medio líquido.

Un problema médico-legal nuclear es la identificación de los fallecidos que en ocasiones puede dificultarse enormemente por la gran destrucción o la mala conservación de los cadáveres. En la segunda parte de este artículo se van a presentar las principales estrategias para el establecimiento de la identidad en casos de grandes catástrofes.

El establecimiento del orden de fallecimiento de varias víctimas fallecidas en una gran catástrofe es relevante en aquellos casos en los que están

implicados varios familiares o personas llamadas a sucederse entre sí (por vínculos familiares o por designación testamentaria). El Código Civil español, en su artículo 33 presume la conmoriencia entre dos o más personas llamadas a sucederse, si se duda quién de ellas ha muerto primero. Es frecuente que en las grandes catástrofes haya varios familiares que fallezcan. El perito médico puede aportar datos claros que demuestren la premoriencia de algunos de ellos, como sería el caso de muertes naturales previas al accidente, o la asistencia hospitalaria de alguna de las víctimas posterior al accidente.

El último aspecto que quería brevemente mencionar se refiere al papel del perito médico-forense en la aportación de datos médicos que ayuden a establecer la causa del accidente con la finalidad de diseñar las medidas oportunas que puedan prevenir otras catástrofes de la misma naturaleza. El perito médico puede aportar algunos datos, deducidos de la necropsia, que puedan ayudar al esclarecimiento de los hechos, por ejemplo, intentando contestar a algunas preguntas como: ¿fue el fuego posterior al accidente?; ¿hubo algún fallo en la acción protectora de los cinturones de seguridad o de los sistemas de anclaje?; ¿tuvieron algunas víctimas –ancianos, niños, o mujeres– dificultades especiales en la evacuación tras la catástrofe? No obstante, el análisis y la reconstrucción del accidente suelen estar encomendados a comisiones especiales designadas al respecto, por ejemplo la Comisión de Investigación de accidentes aéreos de España, del Centro de Instrucción de Medicina Aeroespacial.

El conocimiento, la planificación, y la resolución adecuada de los problemas organizativos que se plantean en las grandes catástrofes es imprescindible para un abordaje correcto de los problemas médico-legales enumerados anteriormente. Todas las instituciones y grupos que han participado y participan en este tipo de tareas están de acuerdo en que tiene que existir una metodología de intervención preestablecida que permita la puesta en funcionamiento de un plan de actuación de forma inmediata.

Si ocurre una catástrofe en nuestro país, al menos inicialmente, sería obligación del Ministerio del Interior intervenir con el desarrollo de tareas organizativas y de seguridad. Existe una normativa específica de actuación en situaciones de grandes catástrofes, que está contenida en normas sobre Protección Civil. La Ley sobre Protección Civil (Ley 2/85, de 21 de enero, sobre Protección Civil), define a ésta como la protección física de las personas y los bienes en situaciones de grave riesgo colectivo, calamidad pública o catástrofe extraordinaria, en la que la seguridad y la vida de las personas puede peligrar y sucumbir masivamente. La protección civil constituye la afirmación de una amplia política de seguridad, que encuentra su fundamento jurídico dentro de la Constitución Española (cf. artículo 2. Principio de Unidad Nacional y Seguridad Territorial; artículo 15. Obligación de los Poderes Públicos de garantizar el derecho a la vida y la integridad física; y artículo 103. Exigencias esenciales de eficacia y coordinación administrativa).

Aunque en los años sucesivos a la promulgación de la ley se legisló profusamente sobre esta materia (cf. Real Decreto 1378/1985, de 1 de agosto sobre medidas provisionales para la actuación en situaciones de emergencia en los casos de grave riesgo, catástrofe o calamidad pública; Real Decreto 888/1986, de 21 de marzo, sobre composición, organización y régimen de funcionamiento de la Comisión Nacional de Protección Civil; Real Decreto 648/1989, de 9 de junio por el que se modifica el Real Decreto 888/1986, de 21 de marzo, sobre composición, organización y régimen de funcionamiento de la Comisión Nacional de Protección Civil), no es hasta el año 1992 cuando se promulga la Norma Básica de Protección Civil (Real Decreto 407/1992, de 24 de abril, por el que se aprueba la Norma Básica de Protección Civil). Esta norma plantea las directrices generales organizativas en casos de grandes catástrofes, diseñando un sistema de preparación y respuesta ante las situaciones de grave riesgo colectivo, calamidad pública o catástrofe extraordinaria. Además se plantean una serie de planes de protección civil incluyendo la revisión del marco orgánico-funcional y los mecanismos que permiten la movilización de los recursos humanos y materiales necesarios para la protección de personas y bienes en casos de grave riesgo colectivo, catástrofe o calamidad pública, así como el esquema de coordinación entre las distintas Administraciones Públicas llamadas a intervenir. Estos planes de protección pueden ser territoriales y especiales. Cada comunidad autónoma del territorio español ha ido elaborando sus propios planes de protección civil en los que se definen la dirección, las actuaciones operativas de los servicios de salvamento, socorrismo, sanitarios, y seguridad entre otras funciones (por ejemplo, en Andalucía, el Plan Territorial de Emergencias de Andalucía por Acuerdo de 13 de octubre de 1999, del Consejo de Gobierno, por el que se ordena la publicación, se otorga el carácter de Plan Director y se determina la entrada en vigor del Plan Territorial de Emergencia de Andalucía; BOJA de 9 de noviembre 1999).

Si como resultado de la gran catástrofe se producen víctimas mortales, será preceptiva la intervención judicial. Corresponde al juez instructor de la demarcación judicial en donde ocurra la catástrofe, nombrar a los peritos correspondientes para lograr aclarar las cuestiones jurídicas y médico-legales (entre las que se encuentra la identificación de las víctimas). En estos casos el juez responsable solicitará a la dirección del Instituto de Medicina Legal que le corresponda la intervención con los especialistas médicos y de otras especialidades sanitarias que sean necesarios para esclarecer las circunstancias, las causas, los mecanismos de las muertes y la identidad de los fallecidos.

La Ley de Enjuiciamiento Criminal española (cf. artículo 348) dice que en algún caso, si además de la intervención del médico forense, el juez estimase necesaria la cooperación de uno o más facultativos, hará el oportuno nombramiento. La Policía Judicial tiene unos cometidos generales y específicos recogidos en una amplia legislación (cf. artículo 126 Constitución Española; artículos 282 y ss. Ley de Enjuiciamiento Criminal; artículos 444

y 445 Ley Orgánica 6/85 del Poder Judicial; artículos 29 y ss. Ley Orgánica 2/86 de Fuerzas y Cuerpos de Seguridad; Real Decreto 769/87, regulación de la Policía Judicial). La Guardia Civil, como Policía Judicial, dependiente de los Jueces, Tribunales y Ministerio Fiscal, realiza una función específica destinada a la investigación de hechos punibles para finalmente poner los resultados obtenidos mediante investigaciones, informes periciales, atestados, etc., a disposición judicial. Por tanto, en casos de muertes violentas en grandes catástrofes los Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado, en cuanto Policía Judicial, intervendrán apoyando a los/as peritos forenses en el esclarecimiento de las circunstancias que dieron lugar a la catástrofe y, en otros aspectos, como la investigación de la identidad de los fallecidos. Por último, también podrían ser llamados a colaborar otros órganos consultivos de la Administración de Justicia como los Departamentos de Medicina Legal de las Universidades.

PROCEDIMIENTO DE ACTUACIÓN EN GRANDES CATÁSTROFES

La intervención multidisciplinar de diversos profesionales en las tareas que se plantean en las grandes catástrofes las convierten en una actuación compleja. Además en ella ocurren situaciones diversas como el hecho de que inicialmente puede haber víctimas heridas que hay que rescatar, una situación de riesgo grave que hay que solucionar (como el escape de gas de una conducción) y, en última instancia, el rescate de víctimas mortales.

La experiencia acumulada por grupos de intervención en grandes catástrofes ha puesto de manifiesto que para poder abordar y resolver con éxito cualquiera de las situaciones expuestas anteriormente, resulta imprescindible una planificación previa de las organizaciones llamadas a colaborar y una formación técnica, y operativa de los profesionales implicados. Todo ello ha llevado a la INTERPOL a elaborar una guía de intervención para la identificación de las víctimas de grandes catástrofes, que ha demostrado por su aplicación en múltiples situaciones reales, ser el mejor manual de recomendaciones que podemos tener en la actualidad (1). Aunque esta guía está dirigida casi en su totalidad al procedimiento que se ha de seguir para la identificación, contiene algunas recomendaciones generales de intervención en las primeras fases de la catástrofe y, en particular, lo referente a la recuperación de las víctimas mortales.

Se recomienda que en cada país exista una o varias Comisiones de Identificación que sean capaces de actuar en casos de grandes catástrofes con la misión fundamental de identificar a las víctimas mortales. En 1992, en España, se crean en la Guardia Civil el Equipo de Identificación en Catástrofes (E.I.C.), dependiente de la Dirección General de la Guardia Civil, que intervendrá en el procedimiento sumarial en aquellos casos con víctimas mortales en situaciones de grandes catástrofes, colaborando en los procesos de identificación de las víctimas.

La participación en diversas situaciones de grandes catástrofes del E.I.C., en unión con la postura propuesta por los especialistas de distintos países en métodos de identificación en catástrofes, ha puesto de manifiesto la necesidad de la intervención de un equipo multidisciplinar que esté compuesto por especialistas de las distintas áreas de la identificación humana, capaces de incorporar a su metodología de trabajo las nuevas técnicas y recursos disponibles en este campo. El éxito y la eficacia en la actuación de este tipo de equipos se fundamenta en la formación especializada de base científica de sus componentes, la investigación e incorporación de nuevas técnicas para la identificación, la preparación conjunta previa de los componentes del equipo evitando cualquier tipo de improvisación, y en una coordinación preestablecida entre todos sus miembros mediante la fijación de un plan estratégico de actuación en estos casos. La finalidad última del equipo, conseguir la identificación de las víctimas, sólo se podrá lograr con la cooperación de todos los miembros, máxima seriedad y honestidad profesional, y adecuada preparación. Esto último conlleva: una planificación estratégica previa, una formación especializada para alcanzar la misión encomendada y la planificación del trabajo en equipo.

La guía referida incluye la recomendación de la estandarización internacional de los documentos, empleando una sola nomenclatura y sistemas de codificación para que pueda haber una comunicación adecuada entre distintos profesionales.

Un aspecto a tener en cuenta es que las diferencias legales, culturales y religiosas entre pueblos y países obligan a una formación adecuada del personal que intervendrá. Esto es importante porque estas mismas diferencias pueden ser limitantes del tipo de actuación posible. Otra cuestión general de interés se refiere a la preparación psicológica y técnica del equipo humano. Para reducir los efectos del estrés, uno de los mejores métodos es sentirse bien preparado y conocer perfectamente las tareas que cada uno tiene que realizar dentro del equipo. De igual importancia es resolver los conflictos profesionales, discutir los sentimientos y reacciones personales. Los problemas se pueden afrontar en grupos o individualmente pero siempre se tienen que abordar las situaciones concretas por personal técnicamente preparado y profesionalmente entrenado. En países como Israel se establece que las personas del equipo que hayan actuado en dos intervenciones deben recibir atención psicológica. Otros aspectos puede ayudar a reducir el estrés, por ejemplo, una dieta adecuada. Debe haber bebidas siempre disponibles y no son recomendables los estimulantes como el café, té o alcohol. Leche, agua, y zumos de frutas, son muy recomendables. Las comidas muy condimentadas o grasientas deben evitarse y sustituirse con carnes blancas, verduras frescas, y frutas. Los descansos regularmente establecidos, rotaciones del personal, ejercicios suaves, etc.

LOS EQUIPOS HUMANOS EN GRANDES CATÁSTROFES: ORGANIZACIÓN, RECURSOS HUMANOS, OBJETIVOS Y PRINCIPIOS GENERALES DE ACTUACIÓN

PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS Y TÁCTICOS EN GRANDES CATÁSTROFES

En los equipos de intervención en grandes catástrofes debe existir una jerarquía de mandos establecida. En las primeras horas, el/la coordinador/a, que es quien debe tomar las decisiones en última instancia, elaborará una lista del personal que va a incluirse en cada sección, con la finalidad de que sean capaces de realizar cada una de las tareas que se les va a encomendar. Por tanto, el responsable de la operación deberá coordinar todos los recursos para salvar y proteger las vidas y las propiedades; identificar a los fallecidos, e investigar las causas de la muerte, entre otras funciones. Las funciones son amplias y variadas por lo que necesitará dotarse de un equipo de asesores competentes y bien preparados. Como mínimo, se dotará de 3 responsables para sendas direcciones operativas de comunicaciones, operaciones de rescate y dirección de equipos de identificación.

1. Dirección de comunicaciones

Es absolutamente imprescindible establecer de forma inmediata un centro de comunicaciones. A ser posible será un centro con una infraestructura dotada previamente, es decir, que esté funcionando pero que tenga capacidad de acoger una misión nueva. El centro facilitará y proveerá servicios como copias de documentos, traducción y transmisión de mensajes. La responsabilidad final de la información que salga del centro debe recaer sobre el director de comunicaciones. Esta dirección tendrá tres secciones: 1) Sección del lugar de los hechos, que actuará en íntima colaboración con el director de las operaciones de rescate y de identificación de las víctimas; 2) Sección de personas desaparecidas cuyo objetivo prioritario será la recogida de datos que permitan conocer el número y datos personales de los/as desaparecidos/as con la finalidad de elaborar una lista que tendrá que estar en permanente actualización; y 3) Sección de relaciones públicas que regulará y mediará las comunicaciones entre los medios de comunicación, los poderes públicos, y los familiares de las personas desaparecidas.

2. Dirección de operaciones de rescate de las víctimas

El rescate de las víctimas debe comenzar inmediatamente tras la catástrofe. Participarán diferentes instituciones y organizaciones que serán coordinadas por el Director de las operaciones de rescate. En un primer momento se procederá a preservar el lugar de la catástrofe acordonando la zona, impidiendo la entrada al lugar de los hechos de personas no pertenecientes a los equipos de emergencias y de rescate, y acondicionando el acceso de vehículos para facilitar la evacuación de las víctimas.

El director de esta sección debe ocuparse prioritariamente del rescate de los supervivientes y su atención médica, procediéndose a la valoración de la gravedad de las víctimas heridas para poder evacuarlas a la mayor brevedad en función de la necesidad de traslado urgente a centros hospitalarios. Los heridos más graves deben llevar una etiqueta de evacuación roja, los menos graves verde, y las víctimas mortales negra.

En este momento es prioritario la puesta en marcha de los correspondientes planes territoriales de emergencias que irán dirigidos a gestionar las ambulancias y otros vehículos de transporte de víctimas, facilitar el acceso a los centros hospitalarios más cercanos y valorar la disponibilidad, y establecer las medidas oportunas para prevenir otro tipo de catástrofes que puedan consecutivamente originarse (explosiones por fuga de gas, incendios, inundaciones, etc.).

Una vez que se han trasladado las víctimas heridas, es muy recomendable, antes de trasladar los cadáveres realizar una cuadriculación y numeración de la zona de la catástrofe que posibilite un seguimiento adecuado de la localización de cada víctima, resto humano u objeto localizado. Si la catástrofe ocurre en un terreno con una geografía física muy irregular es más recomendable realizar fotografías aéreas de la zona o recurrir a mapas del área, dividiendo el terreno de acuerdo a marcas naturales que no se puedan desplazar como cauces de ríos, tierras de labranza, edificaciones, etc.

3. Dirección de identificación de víctimas

La finalidad de esta dirección es conseguir la identificación de las víctimas. Bajo la dirección de esta unidad están incluidas tres secciones: 1) Sección de personas desaparecidas; 2) Sección de recuperación de víctimas mortales; y 3) Centro de identificación.

La sección de personas desaparecidas recibirá las listas provisionales de pasajeros o de personas que se encontraban en el lugar de la catástrofe y, a partir de ellas, deberá ir elaborando listas, cada vez más definitivas cuando se conozca el nombre y la identidad de los ilesos y heridos. La responsabilidad inmediata de esta sección es elaborar una lista de víctimas lo más adecuada posible. Si existe una lista de pasajeros cerrada o más o menos fiable, el número de víctimas mortales, heridos, e ilesos, debe completar el total de la lista.

Se organizará un equipo multidisciplinar de profesionales (policías, médicos, psicólogos, y miembros de organizaciones llamadas a colaborar, como la Cruz Roja) llamado Equipo *Antemortem* (Equipo AM) que tendrá una doble misión. La primera, recoger todos los datos identificativos posibles de las víctimas; la segunda misión será servir de apoyo físico y psicológico a los familiares de las víctimas.

El registro de los datos *antemortem* se realizará en los formularios *antemortem* (de color amarillo) de las fichas de identificación de la INTERPOL.

Es imprescindible que los miembros del equipo estén familiarizados con este tipo de fichas, recogiéndose en ellas al mínimo detalle todos los datos consignados. Será de utilidad anotar los datos de la persona que facilita la información así como el nombre, dirección y teléfonos de contacto de los dentistas y médicos que han tratado a la víctima a lo largo de su vida. Concluida la recogida de datos, se clasificarán alfabéticamente (por apellidos) todos los registros.

La sección de recuperación de víctimas mortales no comienza su trabajo hasta que no se ha concluido la recuperación de todos los supervivientes. Sería deseable dejar a las víctimas mortales o fragmentos, en el lugar encontrado, con un número de identificación, y no movilizarlos hasta que se dé la orden para ello. No obstante, en ocasiones, hay que trasladar los cuerpos para facilitar y garantizar una recuperación adecuada de los supervivientes. Debe existir un coordinador del equipo de rescate de las víctimas que tiene que continuar los trabajos del director de operaciones de rescate del que anteriormente hemos hablado. Este coordinador liderará un equipo humano multidisciplinar: policía judicial, fotógrafos, personal médico, etc.

Cada víctima mortal encontrada se identificará adecuadamente con una etiqueta numerada aprehendida de una parte del cuerpo que no se pueda desprender o deslizar (por ejemplo en el cuello, la muñeca o el tobillo) y se procederá a la documentación (fotografías, vídeo, esquemas, etc.) de su localización antes de proceder a su traslado. De igual forma, se etiquetaran adecuadamente los objetos encontrados dentro de cada cuadrícula, anotando alguna referencia de la proximidad a un determinado cadáver aunque no necesariamente el objeto tiene por qué pertenecer al cadáver más cercano. Lo más próximo posible al cadáver (o a los fragmentos o partes) se debe colocar un número que debe permanecer en el lugar incluso cuando se retire el cadáver. La posición en la que se encontraban los restos se marcará en la hoja de cuadriculación del lugar de los hechos. La bolsa en la que se transporta el cadáver debe tener el mismo número, y éste tiene que ser idéntico al del cadáver y permanecerá con él hasta el final del proceso de identificación.

Las etiquetas que servirán para numerar deben estar previamente numeradas para evitar duplicaciones. Si se trabaja en varios equipos de identificación cada uno de ellos se numerará con letras (A, B, C...), y a continuación, cada equipo, numerará a sus víctimas como A-1, A-2, A-3, y así sucesivamente. Los objetos deben ir numerados consecutivamente de forma separada, anteponiéndoles la letra E (E proviene de la palabra inglesa *effects*, que en español significa objeto o efecto). Por último, los fragmentos o partes de un cuerpo deben numerarse como si se tratase de cuerpos íntegros y se recomienda numerarlos consecutivamente etiquetándolos con la letra P (P proviene del término inglés *parts*, que en español quiere decir fragmento o parte).

De forma coetánea en el tiempo con las tareas de rescate de las víctimas, es necesario decidir y designar el espacio que se destinará a tanatorio temporal. Por la experiencia acumulada de equipos de identificación de víctimas en grandes catástrofes se ha llegado a un consenso en el sentido de que debe habilitarse un espacio único como tanatorio temporal para facilitar las tareas de identificación y minimizar los problemas de comunicación entre los profesionales. Igualmente, se ha llegado a la conclusión de que si el número de víctimas mortales es elevado, dicho tanatorio temporal no debe estar ubicado en un hospital (dificultaría el acceso de los heridos, y colapsaría la disponibilidad de los recursos sanitarios hospitalarios que deben destinarse a las víctimas no mortales).

Existe por tanto unanimidad de que el tanatorio temporal, destinado en exclusividad a fines forenses mientras que duren los procedimientos médico y policiales, tiene que cumplir una serie de requisitos de espacio, instalaciones y equipamiento. Un espacio amplio y, a ser posible diáfano, adecuado al número estimado de cadáveres y que dispondrá de un área de recepción de cadáveres, área médico-forense y policial, área de depósito de los cadáveres y objetos, área de seguridad policial, área de secretaría y comunicaciones, área de servicios, y área de recepción de familiares. Una vez concluidas las tareas de identificación de los cadáveres, éstos se trasladarán a otro espacio diferente al tanatorio temporal y allí deben quedar todos ellos en depósito hasta que se decida su traslado para la inhumación.

Dentro del tanatorio temporal es recomendable que exista un procedimiento médico forense y policial preestablecido que garantice la calidad del proceso de identificación de las víctimas. Con esta finalidad se crearán, dentro del tanatorio temporal varias unidades o secciones: unidad de seguridad, unidad de seguimiento, y unidad de recogida de datos *postmortem.*

La unidad de seguridad velará por el control de las personas que por cualquier motivo se encuentran en el tanatorio temporal, manteniendo la privacidad y la seguridad de las víctimas, sus ropas y pertenencias y, todos los procedimientos que se realicen dentro del tanatorio temporal. La unidad de seguimiento de los procedimientos médico-forenses y policiales será la responsable de la recepción de cadáveres, su depósito antes y después de los procedimientos de identificación y exámenes *postmortem,* y de la comprobación de que sobre cada cadáver se han realizado todas las investigaciones necesarias. Es una unidad de una alta responsabilidad que debe ser liderada por una persona cualificada y con experiencia en este tipo de funciones. Por último la unidad de recogida y registro de los datos *postmortem* será la responsable de recabar toda la información posible que ayude a la identificación de los cadáveres. El registro de los datos *postmortem* se realizará en los formularios de color rosa de las fichas de identificación de la INTERPOL.

El equipo *postmortem* (Equipo PM) de identificación estará constituido por un grupo multidisciplinar de profesionales que han de tener expe-

riencia conjunta y entrenamiento previo. El número de profesionales que participará por cada una de las áreas de especialización dependerá de las circunstancias del accidente y del número de víctimas mortales. Será necesario, como mínimo, la participación de médicos/as forenses con experiencia en este tipo de situaciones, personal auxiliar médico, odontólogos/as forenses, radiólogos/as, especialistas en fotografía e imagen, especialistas de policía científica (dactilosopía, criminalística, etc.), personal auxiliar sanitario, administrativo, de limpieza y avituallamiento.

La dirección de identificación de víctimas constituirá un Centro de Identificación que tendrá como misión proceder a la clasificación de los registros *antemortem* y *postmortem*, y apoyándose en las opiniones de los especialistas de las distintas unidades, garantizará la correcta interpretación e integración de todos los datos disponibles. Finalmente, en este centro se tienen que realizar los procesos de comparación de datos *antemortem* y *postmortem* conducentes a la identificación de las víctimas. El procedimiento de trabajo en el centro de identificación consistirá, en primer lugar, en la clasificación de los registros: los *antemortem* por orden alfabético, y los *postmortem* por orden numérico. Estos últimos, a su vez, se subclasificarán en registros sin clave; registros con M (numerados en el mortuorio o tanatorio); y registros con P (Partes). Se recomienda que este último apartado (los registros con P) se deje para el final porque las posibilidades reales de identificar adecuadamente a los fragmentos o partes son mínimas en los primeros intentos y no debe obstaculizar el proceso.

Esta unidad de clasificación de registros tiene además la misión de facilitar el proceso de clasificación subdividiendo los grupos *antemortem* y *postmortem* en subgrupos claramente definidos que variará de acuerdo a las características de la catástrofe, por ejemplo, sobre la base de criterios como edad estimada o sexo. Como no es posible saber *a priori* si la identificación de un cadáver va a ser fácil o difícil, se recomienda realizar un proceso de comparación sistematizado, intentando alejarse de hacer en primer lugar los casos que parecen fáciles ya que puede resultar que no se trataba de un caso tan sencillo como parecía. La Comisión de Identificación tendrá como responsabilidades finales: 1) Revisar los resultados de las comparaciones efectuados por los especialistas de las distintas secciones; 2) Detectar y subsanar posibles inconsistencias; 3) Combinar los resultados hasta obtener una lista final de identificaciones. Esta comisión estará dirigida por el director de la unidad de identificación y será la responsable final de las identificaciones de las víctimas.

Una vez finalizada una identificación, los registros *antemortem* y *postmortem* deben archivarse unidos y clasificarlos numéricamente. Es decisión de esta comisión de identificación decidir sobre la publicidad, notificación de las identificaciones, emisión de documentos que acrediten la identidad, etc. No hay que olvidar que siempre que queden cadáveres sin identificar puede ser que se haya cometido algún error en las identificaciones previas y, por tanto, hay que ser muy cauto en las confirmaciones de las

identificaciones al juez, los medios de comunicación, o familiares. Las solicitudes de familiares para proceder al reconocimiento visual de los restos del cadáver deber dirigirse a la persona responsable de la dirección de la unidad de identificación quién será en última instancia la que tome la decisión y decidirá si es o no oportuno el reconocimiento del cadáver sobre la base del estado del cuerpo y otras circunstancias particulares a cada caso. Como norma general, no se debe proceder al reconocimiento visual de los cadáveres por sus familiares, personas de análoga relación de afectividad o conocidos puesto que no constituye un método científico de identificación, además de producirse multitud de errores, tanto por el mal estado que suelen presentar los cadáveres como por la situación emocional de las personas que tienen que reconocerlo. Por otra parte, no existe ninguna razón de base científica para que se les someta al estrés emocional que supone ver a sus seres queridos en tales circunstancias.

EL PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE VÍCTIMAS MORTALES EN GRANDES CATÁSTROFES

Los motivos por los que se plantea la identificación de las víctimas de una gran catástrofe pueden ser variados y de índole diversa. Desde los motivos de base religiosa o moral a otros que implican que una persona pueda o no ser objeto de derechos, obligaciones, o responsabilidades, tanto desde el punto de vista civil como criminal.

En **Materia Civil** nuestro ordenamiento jurídico vigila como cuestión de orden público la identidad de la persona siendo un requisito necesario para ciertos actos como la transmisión de derechos (cf. artículo 685). La identificación del cadáver es un requisito previo para proceder a la certificación de su muerte y la correspondiente inscripción de su fallecimiento en el Registro Civil. Si esta última no se puede realizar, tampoco se autoriza la inhumación de los restos y, lo que aún trae consigo mayor problemática de índole jurídica, no podrán trasmitirse sus derechos y propiedades a los herederos legales. El Código Civil, en sus artículos 193 a 197, recoge lo relativo a la declaración de fallecimiento y la necesidad de verificar la identidad de la persona.

En *Materia Penal* se establece que cuando se originen dudas sobre la identidad del procesado, se procurará acreditar ésta por cuantos medios sean conducentes al objeto (cf. artículos 373 a 375 de la Ley de Enjuiciamiento Criminal). En cuanto a la identificación del cadáver se establece que en caso de muerte violenta o sospechosa de criminalidad (cf. artículos 340 a 343 de la Ley de Enjuiciamiento Criminal), antes de proceder a la inhumación o inmediatamente después de su exhumación se identificará al cadáver.

Identificar a una persona, establecer su individualidad, es determinar aquellos rasgos o conjunto de cualidades que la distinguen de todos los

demás y hacen que sea ella misma (2). En grandes catástrofes la identificación de las víctimas puede ser muy complicada por la gran destrucción (en ocasiones se trata de restos cadavéricos o fragmentos corporales aislados), o por mala conservación de los cadáveres (putrefacción avanzada) (3-9). La metodología que se emplea para la identificación depende del estado de conservación del cadáver y el procedimiento de identificación humana que se presenta a continuación pretende ser de utilidad para todos los casos pero deberá adaptarse a cada gran catástrofe de acuerdo a sus propias circunstancias y características. Es recomendable el empleo conjunto de todos los métodos disponibles ya que la más correcta y adecuada aproximación a la identificación humana sería aquella realizada sobre la base de la combinación de criterios coincidentes. Los métodos y técnicas más comúnmente usados se presentan a continuación.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN HUMANA

1. ROPAS Y EFECTOS PERSONALES

En primer lugar se procederá a la descripción detallada de la ropa, joyas, objetos contenidos en los bolsillos, etc. La ropa hay que quitarla del cuerpo anotándose su marca, composición, talla, dibujo, etc. Posteriormente, los objetos se limpian y se fotografían, registrando adecuadamente las proyecciones fotográficas, tipo, número y otras especificaciones técnicas que puedan ser de utilidad y evitar así confusiones en la manipulación. Además siempre se incorporará a la fotografía el número de referencia y un testigo métrico. Incluso como este procedimiento requiere mucho tiempo, se puede proceder a trasladar los objetos a una mesa o puesto de trabajo independiente, en donde se pueda trabajar más ordenadamente.

Los efectos personales recogidos de un cadáver se introducirán en bolsas, con su numeración propia y con una referencia del número del cadáver al que pertenecían. Toda esta información puede contribuir de manera complementaria a la identificación, por lo que se tratará de conseguir de la forma más detallada posible los datos *antemortem* encuadrables en este capítulo para poder, posteriormente, compararlos con los recogidos *postmortem*.

En los casos en que dentro de la bolsa que contiene el cadáver se encontrara otra bolsa con efectos personales perdidos o separados, éstos se deben listar y describir de forma separada ya que los objetos pueden ser intercambiables o estar próximos a un cadáver que no les corresponda, bien de forma accidental o intencionadamente. En consecuencia, los objetos personales deben constituir pruebas circunstanciales de cierto valor pero nunca deben considerarse como indicios o pruebas absolutas y contundentes, siendo tan sólo uno más de la serie de

factores que al coincidir pueden orientar en los procesos de identificación de un sujeto.

2. EXAMEN EXTERNO

El examen externo de la víctima de una gran catástrofe es un elemento relevante en el proceso de identificación ya que de él se pueden obtener datos de gran valor identificativo. En primer lugar, se procederá a la descripción de los rasgos fisonómicos de la víctima que debe ser realizada por un policía experto y familiarizado con la obtención de descripciones, en unión con un médico, o patólogo forense. Evidentemente, el médico debe participar desde el principio de la exploración (incluyendo el estudio de las ropas y objetos personales) ya que del examen externo se van a obtener también datos que pueden tener un gran valor y contribuir al esclarecimiento de la causa de la muerte.

El reconocimiento visual de un cadáver ha sido tradicionalmente, e incluso puede que aún siga siendo en ciertos países, el único criterio empleado para la identificación. Sin embargo, se han dado muchos casos en los que al confiar la identificación en un criterio sin base científica, se han producido falsas o inadecuadas identificaciones. Esta circunstancia no sólo es problemática desde el punto de vista de las confusiones y tensiones que ocasiona sino que puede plantear un serio conflicto de índole jurídica. El establecimiento del sexo biológico por el examen externo no suele plantear problemas en cadáveres recientes en buen estado de conservación, pero puede ser una cuestión problemática en otras circunstancias en las que la destrucción sea tan marcada que no queden signos externos que permitan el establecimiento del sexo, siendo en estos casos imprescindible la práctica del examen interno y/o cualquier técnica complementaria para el diagnóstico del sexo (cromatina sexual, estudio del cromosoma Y, o del gen de la amelogenina, entre otros procedimientos). El peso y la talla se deben registrar en todos los casos pero en algunos puede ser complicado por las pérdidas importantes de partes del cuerpo, como ocurre en casos de grandes carbonizados. Visualmente sólo se puede obtener una estimación aproximada de la edad del sujeto. La edad cronológica del cadáver se calcula a partir de la medida de la edad biológica del mismo. Por tratarse de un área de especialización se ha dedicado un artículo específico dentro de este monográfico.

El examen externo del cadáver incluye la descripción del sistema piloso corporal (color, forma, tipo, tintes del cabello, etc.) y de los caracteres cromáticos de la piel y ojos. Por último, en este apartado se incluye la descripción de las lesiones, marcas indelebles o individualizadoras que el individuo presente (cicatrices, defectos congénitos o adquiridos, deformidades, tatuajes, etc.). Se procederá a su descripción anotando su forma, situación con relación a estructuras corporales fijas, tamaño, y cualquier otra característica que pueda ayudar a la identifica-

ción de la persona. Las huellas dactilares se pueden incluir como un tipo específico de marcas especiales, cuyo análisis estará a cargo del personal especializado y experto de la unidad de dactiloscopia. Si las huellas están presentes en el cadáver y se puede disponer de los registros *antemortem*, puede ser éste un método de identificación muy seguro y eficaz disponible.

3. EXAMEN INTERNO

La identificación de la víctima no puede considerarse el único fin de la pericia, pero sí como una parte integral y esencial de la investigación de la catástrofe. En algunos países un examen externo es una evidencia suficiente para establecer la causa de la muerte, pero en otros países o, cuando por el examen externo no se puede saber la causa de la muerte, es preceptiva la práctica de la autopsia al cadáver (examen interno). Debería ser una práctica estandarizada la realización de las autopsias en los casos de grandes catástrofes no tan sólo para obtener datos sobre la identificación y la causa de la muerte sino también para ayudar en la prevención o minimizar los efectos de accidentes similares en el futuro.

El examen interno del cadáver debe ser completo y reglado como en cualquier otro tipo de muertes violentas. Este trabajo debe ser desarrollado por el médico forense, el odontólogo forense y el radiólogo. Debe ser responsabilidad de los peritos médicos u odontólogos, de acuerdo a los requerimientos de cada país, determinar cómo debe ser de detallada la exploración. Sin embargo, esta labor debe hacerse en íntima cooperación entre el médico-odontólogo y la policía judicial, porque la especialización de esta última puede ser de gran ayuda en la realización de pruebas complementarias (de biología forense, toxicológicas, etc.).

En esta fase se procederá además a la realización de la autopsia oral por los/las odontólogos/as forenses. Se incluirá aquí la toma de radiografías (generales, panorámicas, o intra-orales...) de acuerdo a las posibilidades y particularidades de cada catástrofe.

En último lugar mencionar las posibilidades que tiene la identificación genética; técnica de amplia aplicación en el campo forense y que igualmente puede emplearse en casos de grandes catástrofes. La información genética contenida en el núcleo celular o en las mitocondrias es individual, única, y permanece estable e inmutable hasta la muerte del sujeto. El análisis de las muestras biológicas permite la identificación si se dispone de muestras biológicas indubitadas del sujeto *antemortem*. En su defecto se puede hacer la comparación con sus ascendientes y/o descendientes.

Esta metodología debe emplearse como complementaria al resto de los métodos comúnmente empleados en las situaciones de grandes catástrofes, especialmente cuando los cuerpos están severamente mutilados o se

trata de conseguir la identificación de fragmentos de un cuerpo pertenecientes a la misma persona y que se hallan mezclados con los de otras. La obtención de las muestras adecuadas para su análisis, envío al laboratorio y almacenaje correcto debe realizarse por personas expertas (biólogos o médicos forenses) que garanticen la seguridad en la toma y la integridad de la cadena de custodia de las muestras.

Si tan sólo quedan fragmentos dentarios, es posible estudiar los patrones del ADN de un individuo a partir de las células de la pulpa o incluso estudiar el ADN de las células que están embebidas en la estructura mineralizada del diente (procesos odontoblásticos, canales accesorios o células del cemento), para lo cual hay que destruir o pulverizar la pieza dentaria. Sin embargo, con frecuencia, el ADN está degradado, está en poca cantidad, o no suele ser adecuado para su estudio. En estas ocasiones se puede recurrir al estudio del ADN mitocondrial que pese a constituir tan sólo el 1% del total del ADN en una célula, hay cientos a miles de copias del ADN mitocondrial por cada copia de ADN nuclear, y además sólo se hereda por vía materna.

IMPORTANCIA DE LA IDENTIFICACIÓN ODONTO-ESTOMATOLÓGICA EN LAS GRANDES CATÁSTROFES

No cabe duda que en la actualidad existen métodos científicos diversos que deben complementarse para lograr una identificación humana positiva o establecida. Los métodos de identificación disponibles son diversos, todos ellos cumplen su función complementaria, y el mayor peso específico de uno u otro, varía en cada tipo de catástrofe, sus circunstancias, y la disponibilidad o no de datos *antemortem* (3-9). Entre todos los métodos, los odontoestomatológicos tienen una relevancia máxima en las situaciones de grandes catástrofes (3, 10-23) y esto es así por varias razones:

1. En grandes catástrofes, por el elevado número de víctimas, y el mal estado de conservación en el que se encuentran los cadáveres (por los efectos de la catástrofe, o a consecuencia de la putrefacción cadavérica avanzada por el tiempo que se tarda en recuperar los cadáveres o la contribución de los agentes externos), el diente supone un elemento esencial en la identificación de los cadáveres. El gran valor que posee esta estructura se debe a su extraordinaria resistencia (es la estructura más resistente del organismo) y, por tanto, la más duradera e inmutable por los agentes externos que ocasionan la destrucción de las partes blandas del cuerpo: putrefacción, agentes traumáticos, agentes físicos, agentes químicos, etc.

2. Dada la enorme variedad de características individualizadoras proporcionadas por las piezas dentarias (tratamientos dentales, posiciones de piezas dentarias, tinciones, etc.) puede afirmarse que no hay dos personas con la misma dentadura. Además, al menos de forma teórica existe

un número infinito de puntos de comparación por el estudio de las piezas dentarias.

El reconocimiento de las características individualizadoras de las piezas dentarias y en general los datos buco-dentales, supone un proceso especializado que hace imprescindible contar con la colaboración de odontólogos/as forenses con experiencia en este campo, quienes dispondrán de la formación y los conocimientos necesarios para la realización de una toma de registros, interpretación precisa de los resultados, y la obtención adecuada de conclusiones. Por las particularidades que supone el proceso de comparación de los datos dentales, se presenta a continuación un resumen de la metodología que se debe seguir en todo proceso de identificación.

1. Recogida de datos *antemortem*

El proceso se inicia con la recogida de los datos dentales *antemortem* que se pueden conseguir de fuentes diversas: dentistas, médicos, y los propios familiares. La forma más usual de conseguir este tipo de información es a través de los contactos que los Cuerpos y Fuerzas de seguridad (policía –nacional, autonómica, o local– y Guardia Civil) realice con los familiares de las víctimas. Así, se les pregunta sobre el dentista y médico habituales de la víctima, sus nombres y direcciones. En el interrogatorio se debe insistir sobre cuántos dentistas o médicos han atendido a la víctima, intentando recopilar toda la información posible.

Aunque existen diferencias entre países en cuanto a la obligatoriedad de guardar las historias clínicas dentales y las pruebas complementarias, la mayoría de dentistas que ejercen en los países miembros de la Unión Europea deben conservar los documentos clínicos dentales de sus pacientes durante un cierto número de años. Por ejemplo, en España, se obliga a guardar estos documentos al menos durante cinco años. En cuanto a qué tipo de material clínico se ha de solicitar, se intentará conseguir todo el disponible, ya que al menos *a priori* no es posible conocer con certeza cuál será el más útil. Siempre que sea posible se intentará conseguir copias de los documentos originales, mejor que transcripciones, para intentar disminuir el número de errores. Por último, si se tiene acceso directo al dentista, bien por medio de la policía o directamente por el odontólogo forense, se le pedirá que intente recordar cualquier tipo de información sobre su paciente que pueda ser de interés y que, en ocasiones no se recoge en la historia clínica. A partir de la información de la historia dental, se cumplimentará un odontograma o ficha dental, empleando como es habitual la nomenclatura dental sugerida por la Federación Dental Internacional (FDI) de doble dígito. Se examinarán los odontogramas disponibles anotando la fecha y la calidad de los registros; registrando si se trata de originales, copias o transcripciones; anotando por quién fueron realizadas. Se revisarán en primer lugar los registros más recientes, y los más antiguos servirán para hacer las correcciones y aportar la información complemen-

taria que contengan. Antes de devolver los originales a los dentistas se harán copias que se quedarán unidas al expediente.

Las radiografías son una fuente valiosísima de información, aportando datos individuales que pueden haber pasado desapercibidos o que no se incluyeron en los odontogramas. Se registran los hallazgos encontrados para cada unas de las piezas dentarias. Si la información no está lo suficientemente clara, se debe poner una interrogación (?) o no poner nada. En segundo lugar, se irán anotando los hallazgos complementarios a partir de las radiografías más antiguas, registrando las fechas en las que las radiografías fueron tomadas. Por último, se conservarán las radiografías por si fuera posible realizar comparaciones posteriores directas con las radiografías *postmortem*.

Las fotografías dentales sólo suelen aportar información sobre los dientes anteriores y esto puede tener cierto interés al suministrar detalles individuales que posiblemente no habían sido recogidos en la historia dental. También las fotografías pueden ser de utilidad para la realización de superposiciones de dientes y estructuras faciales con los restos cadavéricos disponibles.

Por último, los modelos de estudio se pueden considerar como material *antemortem* excelente y se deben analizar siempre que se disponga de ellos. Pueden facilitar datos de la anatomía dentaria, la posición de las piezas, el tamaño de cada una de las estructuras, etc.

2. Examen *postmortem* y recogida de datos

El examen *postmortem* debe comenzar, como siempre, con la recogida de información en el lugar de los hechos, el papel del odontólogo/a forense es encontrar indicios buco-dentales que contribuyan a la reconstrucción de los hechos y a una instrucción sumarial adecuada. Una vez que el cadáver es trasladado a la sala de autopsias, se comienza con la **exploración extraoral** centrada en dos aspectos de interés: el primero es el análisis de las lesiones de carácter violento que podemos encontrar en el área estomatognática y, el segundo, el reconocimiento, la descripción y el análisis de las lesiones de origen buco-dental que aparezcan en otra localización corporal, como sería el caso del reconocimiento de las huellas por mordeduras.

El siguiente paso consiste en la **exploración intraoral** incluyendo, en primer lugar, el examen de los tejidos blandos orales en la que se recoge cualquier tipo de información útil para la identificación del sujeto (tatuajes, pigmentaciones, patologías, etc.) y la reconstrucción de los hechos ocurridos (heridas en los tejidos blandos, quemaduras, etc.). La exploración intraoral se completa con el examen de los dientes. Lo adecuado es que trabajen de manera conjunta dos odontólogos/as forenses, uno realiza la exploración y le dicta al otro los hallazgos que encuentra en los dientes; una vez que han finalizado la exploración se intercambian las funcio-

nes para minimizar así los posibles errores. Si trabaja un especialista sólo, debería utilizar un dictáfono. Se debe hacer un examen completo y exhaustivo de las piezas dentarias y recoger la información en un odontograma. Aunque existe una amplia variedad de modelos, hasta el punto de poder afirmar que cada país tiene el suyo, sería recomendable la utilización de un modelo universal que facilite el intercambio internacional de la información. Por esta razón, la Interpol ha diseñado, propuesto y difundido un formulario de recogida de datos para la identificación de personas desaparecidas. El modelo de odontograma propuesto resulta adecuado y permite la recogida completa de los datos buco-dentales, pruebas complementarias, etc. (figura 1). El sistema de nomenclatura dentaria empleado en el formulario de la Interpol es también el recomendado por la Federación Dental Internacional (FDI), denominado «sistema de doble dígito», en el que se representa cada pieza dentaria mediante una pareja de números, de los cuales el primero se refiere a la hemiarcada (maxilar o mandibular), y el segundo a la pieza. En la dentición permanente el primer dígito va del 1 al 4, comenzando con el cuadrante superior derecho y continuando de manera consecutiva según el sentido de giro de las agujas del reloj. El segundo dígito, del 1 al 8, representa la pieza correspondiente desde el incisivo central al tercer molar. En la dentición temporal los cuadrantes se representan con los números del 5 al 8 y las piezas dentarias, del 1 al 5.

Se debe recopilar información sobre las piezas dentarias con especial interés por la presencia y ausencia de los dientes, los tipos de tratamientos que se han realizado así como las patologías y fracturas de las piezas dentarias u óseas. Los tratamientos dentales deben ser descritos con minuciosidad incluyendo las piezas o superficies implicadas, el tipo de tratamiento y el material utilizado. Además hay que realizar un estudio del estado periodontal y oclusal del sujeto. Llegados a este punto nos debemos plantear el realizar las técnicas complementarias que consideremos oportunas como: radiografías (imprescindibles por la información que suministran) intraorales o panorámicas; toma de impresiones; registros oclusales; fotografías; o la recogida de muestras para su posterior estudio en el laboratorio (estudio de ADN, toxicológico, microbiológico, bioquímico para la determinación de la edad, etc.). Especial relevancia tiene para la identificación humana el estudio del perfil genético (ADN nuclear, ADN mitocondrial, etc); ya que el diente proporciona una fuente excelente de material genético que se mantiene bien aislado a la putrefacción, degradación y contaminación externa.

En general, si la rigidez no se ha establecido o ya está en periodo de lisis, es relativamente fácil el acceso a la cavidad bucal para su exploración. Cuando la rigidez está establecida es necesario el empleo de instrumentos para abrir la cavidad como pinzas tipo fórceps o tipo atornillada. A veces, con una simple apertura y un buen foco de luz es suficiente para realizar la exploración, pero en otras ocasiones puede interesar la extracción de la mandíbula y del maxilar superior, para lo que se requerirá autorización

judicial por tratarse de un objeto de prueba. Existen diferentes tipo de incisiones para la extracción de los maxilares; quizá una de las más conservadoras es la de Keiser-Nielsen que consiste en una incisión en herradura bajo el borde inferior de la mandíbula hasta el ángulo mandibular, extendiéndose por el borde posterior de la rama ascendente de la mandíbula hasta llegar al cóndilo. Esto nos permite despegar y diseccionar los tejidos blandos en una sola pieza hacia arriba, observándose ambas arcadas dentarias en su totalidad. Una vez desinsertados los músculos maseteros y mentonianos, se procede a la extracción de la mandíbula que puede ser sólo del cuerpo mandibular, para lo que se realizará un corte horizontal desde el trígono retromolar hacia el borde posterior de la rama mandibular; o extracción de la mandíbula completa para lo que será necesario su desinserción de la articulación temporomandibular. Ya sea de una manera u otra, es necesario posteriormente separar el cuerpo de la mandíbula del suelo de la boca mediante una incisión submento-milohioidea. Para extraer el maxilar superior se realiza una incisión en la parte superior vestibular y se desinserta la musculatura, lo que nos permite tener un acceso directo para hacer un corte desde la espina nasal anterior, extendiéndose lateral y posteriormente, hasta las alas del pterigoides en ambos lados, siempre por encima de los ápices de los dientes superiores. En la reconstrucción del cadáver se introduce algodón o gasas que sustituyan los tejidos evacuados, se colocan los colgajos en su posición y se procede a suturarlos de la manera más estética posible. Las piezas extraídas, la mandíbula y el maxilar superior, se lavan y se preparan para llevar a cabo el estudio exhaustivo de las estructuras dentarias y óseas aisladas.

3. Comparación de datos *antemortem* y *postmortem*

Aunque el procedimiento que se describe a continuación es válido para la comparación de todo tipo de datos, por la complejidad del proceso de identificación dental, éste puede ser empleado como ejemplo de identificación comparativa. La finalidad del proceso persigue la clasificación de los registros *antemortem* y *postmortem* y la realización de los procesos de comparación para poder llegar a la identificación de las víctimas.

En la comparación dental, de la misma forma que en todo proceso de identificación comparativa, se ha de proceder de forma objetiva, con argumentos de base científica que nos permitan obtener conclusiones sólidas.

Una vez asegurado que tanto el sexo como la edad de los registros *antemortem* y *postmortem* son compatibles, se comienza con la comparación de la dentadura en su conjunto para continuar con la comparación detallada diente por diente para establecer la identificación, analizando las características individuales de cada pieza dentaria. En primer lugar, tendríamos que determinar los dientes presentes y los ausentes, de estos últimos diferenciar a su vez, si la pérdida ha sido antemortem o postmorten. Además, tendremos que valorar la presencia de patologías como caries, abrasiones, gemaciones, alteraciones en la posición, etc. Los tratamientos dentales son

una pieza clave en el establecimiento de las identidades por lo que se hará un estudio cuidadoso y sistematizado detectando tratamientos como las obturaciones, endodoncias, prótesis fijas, prótesis parciales removibles, prótesis completas, implantes dentarios, etc. Aunque de menor interés identificativo no hay que olvidar hacer un estudio oclusal y periodontal en busca de posibles características individualizadoras.

El proceso de comparación se puede realizar de forma manual, tal y como se acaba de describir, o con el empleo de algunos sistemas informatizados que se han diseñado específicamente con esa finalidad, por ejemplo el de las Fuerzas Armadas Americanas (CAPMI3) o el WinID®, sistema de identificación desarrollado desde el *American Board of Forensic Odontology* (ABFO, Consejo Americano de Odontología Forense). El empleo de sistemas informatizados es de gran interés cuando manejamos un número importante de víctimas en el que comparar uno a uno los datos antemortem y postmortem implicaría un proceso muy lento. Estos programas de ordenador nos proporcionan para cada caso una lista de probables identidades de entre toda la base de datos que hemos diseñado. La comparación final entre los candidatos sugeridos se debe hacer manual y revisada con detalle por el odontólogo/a forense encargado del proceso. Conclusiones sobre la identificación buco-dental: el informe de identificación.

El paso final en el proceso de comparación consiste en la obtención de conclusiones sobre la identificación odontoestomatológica. Al realizar la comparación diente a diente, se deben ir observando las similitudes, discrepancias o exclusiones que se van presentando. Las similitudes son características *antemortem* y *postmortem* que coinciden. Las discrepancias son hallazgos que no concuerdan pero que algunas de ellas pueden tener alguna explicación; por ejemplo, un diente puede estar presente en los registros *antemortem* y estar ausente *postmortem*, ya que pudo ser extraído. En este mismo sentido podría explicarse una discrepancia consistente en la presencia de una caries en una pieza dentaria *antemortem* y obturación de la misma pieza en los registros *postmortem*. Si las discrepancias pueden explicarse, la identificación puede ser posible. Cuando las discrepancias son totalmente inexplicables, y no ha existido ningún error en el proceso, la identificación no es posible con esa persona y queda excluida.

Por tanto, la identificación dental se hará en base a que no existan discrepancias absolutas, a que las discrepancias relativas se pueden explicar con una lógica razonable, y que existen puntos de coincidencia. Los puntos de coincidencia han de documentarse lo mejor posible para poder demostrarlos. Aunque de la lectura de la literatura científica sobre el tema no se deduce el requerimiento de un número mínimo de coincidencias, la conclusión de identidad será tanto más consistente cuanto mayor sea el número de puntos de coincidencia o más inusual sea el hallazgo. Existen puntos de coincidencia ordinarios (características que se presentan de manera frecuente en la población general, por ejemplo

una obturación oclusal en el primer molar permanente), y extraordinarios (características que están presentes en menos de 1/10 de la población general).

Sería deseable poder presentar cifras sobre la probabilidad de identificación; el grado de certeza de la identificación. Sin embargo, aún no es posible en el estado actual de la ciencia odonto-estomatológica hacer una estimación precisa en términos de probabilidad ya que no se conocen las frecuencias exactas de las distintas patologías, y tratamientos dentales en la población general. El único dato que se podría emplear sería las frecuencias de los tratamientos y patologías que se deducen de la experiencia profesional como dentistas. Sin embargo, sí es posible calcular, al menos desde el punto de vista teórico, la posibilidad de que un conjunto de patologías o tratamientos ocurran al mismo tiempo, pudiéndose deducir de la fórmula siguiente: $P_N = P_1 \times P_2 \times P_3 \times .....x\ P_N$.

Como no se pueden expresar los resultados en términos precisos de probabilidades, las conclusiones obtenidas tras la comparación se deben reflejar de la forma siguiente:

1. Identidad dental positiva, absoluta, o establecida. Se llega a esta conclusión cuando los datos *antemortem* y *postmortem* concuerdan con la suficiente fuerza como para establecer que pertenecen al mismo individuo. Además no existen discrepancias inexplicables. Aunque no se puede descartar totalmente que cualquier otra persona por azar tenga el mismo tipo de tratamiento o una patología similar, o lesiones, sí tiene al menos 12 características coincidentes, o una probabilidad de δ 1/10.000, que cualquier otra persona de entre la población general coincida. La probabilidad de error es tan baja que podemos concluir se trata de la misma persona. La identificación puede establecerse sobre la coincidencia del estudio dentario, incluso sin que haya otros indicios.
2. Identidad dental probable. En este caso la evidencia dental es fuerte pero necesita apoyarse en otros hallazgos biológicos, físicos, técnicos y/o tácticos. En estos casos hay entre 6-11 características coincidentes, o una probabilidad estimada de δ 1/100 de que cualquier otra persona coincida.
    - Identidad dental posible. Existen características similares pero ninguna tiene la suficiente consistencia como para establecer la identificación positiva del cadáver. Las discrepancias tienen explicaciones posibles y no existe ninguna característica excluyente. Cuando la identidad es posible pero no tenemos ningún dato que permita la identificación positiva ¿cómo podríamos saber el grado de probabilidad para establecer la identidad?, es decir, ¿qué probabilidad hay de que este cadáver sea esta persona? Este es el aspecto más complicado de la identificación comparativa. Se deberían obtener todos los datos concordantes, es

decir, similitudes entre los registros *antemortem* y *postmortem*. Posteriormente, analizaríamos sí estas características son ordinarias o extraordinarias. Sí existen 5 o menos características coincidentes, resultará necesario recurrir a otro tipo de técnicas que estudien la posible identidad del sujeto.

4. Identidad excluida. Con la existencia de una sola discrepancia que no pueda tener una explicación posible, se excluye la identidad del sujeto. Sin embargo, hay que tener en cuenta la posibilidad de errores cometidos tanto por el dentista como por el odontólogo forense. En estos casos sería importante la búsqueda de nuevos datos (por ejemplo, radiológicos).

En el informe médico-legal sobre la identificación del sujeto, tras las consideraciones médico-legales sobre las posibilidades y limitaciones de la técnica de identificación empleada, se deben describir todos los detalles coincidentes en los que se basa la identificación, y por tanto el grado de certeza en la identificación. Así, por ejemplo, la conclusión se basa en las siguientes coincidencias: 14 obturaciones de amalgama; 7 obturaciones estéticas de composite; y 4 dientes o piezas extraídas.

Los datos estadísticos existentes ponen de manifiesto que los métodos dentales suponen una contribución a la identificación de víctimas de grandes catástrofes, en un porcentaje que oscila entre el 45 y 80 % (10-23). El porcentaje de identificaciones por métodos dentales en casos de grandes catástrofes varía considerablemente dependiendo de la naturaleza de la catástrofe, la nacionalidad y el país de residencia de las víctimas, la incidencia de los distintos tipos de tratamientos dentales, la disponibilidad de registros dentales adecuados, y el grado de deterioro de las piezas dentarias.

BIBLIOGRAFÍA

1. Interpol, International Criminal Police Organization. http://www.interpol.int/Public/DisasterVictim/default.asp.
2. Villanueva E, Castilla J. Identificación en el cadáver. En: Gisbert Calabuig, Medicina legal y toxicología. 6ª edic. Barcelona, Ed. Masson, 2004: 1300-1309.
3. Valenzuela A, Martín de las Heras S. Odontología forense. En: Gisbert Calabuig, Medicina legal y toxicología. 6ª ed. Barcelona, Ed. Masson, 2004: 1310-1326.
4. Martín de las Heras S, Valenzuela A, Villanueva E, Marqués T, Expósito N, Bohoyo JM. Methods for identification of 28 burn victims following a 1996 bus accident in Spain. J Forensic Sci 1999, 44(2): 428-431.
5. Brannon RB, Morlang WM. The USS Iowa disaster: success of the forensic dental team. J Forensic Sci 2004, 49(5): 1067-1068.

6. Mccarty VO, Sohn AP, Ritzlin RS, Gauthier JH. Scene investigation, identification and victim examination following the accident of Galaxy 203: disaster preplanning does work. J Forensic Sci 1987; 32: 983-987.
7. Clark DH. Practical Forensic Odontology. Oxford, Ed. Wright, 1992.
8. Stimson PG, Mertz CA. Forensic Dentistry. Boca Raton, Edit. CRC Press, 1997.
9. Valenzuela A, Marques T, Expósito N, Martín de las Heras S, García G. Comparative study of efficency of dental methods for identification of burn victims in two bus accidents in Spain. Am J Forensic Med Pathol 2001, 23(4): 386-389.
10. Andersen L, Juhl M, Solheim T, Borrman H. Odontological identification of fire victims-potentialities and limitations. Int J Legal Med 1995, 107: 229-234.
11. Ayton FD, Hill CM, Parfitt HN. The dental role in the identification of the victims of the Bradford City Football Ground fire. Br Dent J 1985, 159: 262-264.
12. Brannon RB, Kessler HP. Problems in mass-disaster dental identification: a retrospective review. J Forensic Sci 1999, 44(1): 123-127.
13. Brkic H, Strinovic D, Slaus M, Skavic J, Zecevic D, Milicevic M. Dental identification of war victims from Petrinja in Croatia. Int J Legal Med 1997, 110: 47-51.
14. Cairns FY, Herdson PB, Hitchcock GC, Koelmeyer TD, Smeeton WMI, Syneck BYL. Aircrash on Mount Erebus. Med Sci Law 1981, 21: 184-188.
15. Clark DH. Dental identification in the Piper Alpha oil rig disaster. J Forensic Odonto-Stomatol 1991, 9: 37-45.
16. Clark DH. An analysis of the value of forensic odontology in ten mass disasters. Int Dent J 1994, 44(3): 241-250.
17. Douglas WO. Identification of the fragmentary, burned remains of two US journalists seven years after their disappearance in Guatemala. J Forensic Sci 1993, 38: 1372-1382.
18. Eckert WG. The Lockerbie disaster and other aircraft breakups in midair. Am J Forensic Med Pathol 1990, 11: 93-101.
19. Goodman NR, Edelson LB. The efficiency of an X-ray screening system at a mass disaster. J Forensic Sci 2002, 47(1): 127-30.
20. Hutt JM, Ludes B, Kaess B, Tracqui A, Mangin P. Odontological identification of the victims of flight AI.IT 5148 air disaster Lyon-Strasbourg 20.01.1992. Int J Legal Med 1995, 107: 275-279.
21. Solheim T, Lorentsen M, Sundnes PK, Bang G, Bremnes L. The «Scandinavian Star» ferry disaster 1990-a challenge to forensic odontology. Int J Legal Med 1992, 104: 339-345.
22. Stene-Johansen W, Solheim T, Sakshaug O. Dental identification after the DASH 7 aircraft accident at Torghatten, Northern Norway, May 6th, 1988. J Forensic Odonto-Stomatol 1992; 10: 15-24.
23. Valenzuela A, Martín de las Heras S, Marqués T, Expóxito N, Bohoyo JM. The application of dental methods of identification to human burn victims in a mass disaster. Int J Legal Med 2000, 113: 236-239.

Ciencia Forense, 7/2005: 35-68

LAS PARTES ÓSEAS ESTOMATOLÓGICAS Y LOS DIENTES EN LA IDENTIFICACIÓN DE LAS PERSONAS

PROF. DR. RAFAEL HINOJAL FONSECA*

Resumen: Con el presente trabajo hemos pretendido hacer una revisión y puesta al día de la utilización de ambos maxilares y de los dientes, encaminada a la identificación de las personas. Repasamos la forma de medir cada una de las estructuras mencionadas; así como los índices a tener en cuenta para llegar a efectuar los distintos diagnósticos, de especie, de raza, de edad e incluso de individualidad.

Palabras clave: Identificación. Dientes. Estructuras óseas bucales. Antropología forense.

Abstract: With this work we try to do a review and an update of the use of the maxillaries and the teeth in order to identify the persons. Whe revise the way to measure these structures, just as the indexes that we must to considerer in order to do the different diagnosis of species, race, age and even of the individuality.

Key words: Identification. Teeth. Osseous mouth structures. Forensic anthropology.

INTRODUCCIÓN

El estudio antropológico de los maxilares superior e inferior, así como de los dientes, nos van a permitir a través de una serie de mediciones y la aplicación de una serie de índices o fórmulas descritas por diversos autores, llegar al diagnóstico de especie, raza, sexo, edad e incluso de individualidad.

* Catedrático de Medicina Legal y Forense. Universidad de Oviedo. C/ Julián Clavería, s/n. 33006 Oviedo.

A continuación vamos a ir repasando cada una de estas partes óseas, en las que detallamos la forma de medición y los índices que deben aplicarse para llegar a los diagnósticos referidos.

MAXILAR SUPERIOR

A través de este hueso de la cara se puede conocer una serie de datos que nos puedan llevar a la identificación de una persona.

Puntos craneométricos

- Nasoespinal, acantion o subnasal

Es el punto más bajo del borde inferior de la apertura nasal; se halla en la base de la espina nasal.

- Prostion o punto alveolar

Se encuentra en el lugar más saliente del borde alveolar, entre ambos incisivos centrales.

- Oral

Es el punto opuesto al prostion. Se localiza en la cara palatina del reborde alveolar, en la línea media entre ambos incisivos centrales.

- Estafilion

Corresponde al punto donde se cruzan la sutura mediopalatina y la tangente que une los arcos palatinos de la apertura nasal posterior.

- Ectomolar

Es el punto más lateral de la superficie externa de la cresta alveolar (aproximadamente a la altura del borde alveolar del segundo molar).

- Endomolar

Es el punto opuesto al descrito anteriormente, en el borde interno de la cresta alveolar.

Medidas

Se medirá tomando las siguientes medidas:

- Longitud maxiloalveolar

Se trata de la distancia que hay entre el prostion y el borde posterior de la arcada dental (punto estafilion). Se mide con pie de rey o con calibre.

- Anchura maximoalveolar

Máxima distancia existente entre los rebordes alveolares, por su cara externa. Se mide con el calibre.

- Longitud del paladar

Distancia entre el punto oral y el estafilion. Se mide con el calibre.

- Anchura del paladar

Distancia entre la cara interna del borde alveolar del segundo molar.

- Largo de la arcada

Es la distancia entre la tangente a la cara vestibular de los incisivos centrales y línea imaginaria que une los puntos centrales de la superficie lingual.

- Ancho de la arcada

Distancia entre el punto central de la cara mesiopalatina del tercer molar derecho al punto contralateral en el tercer molar izquierdo.

DIAGNÓSTICO RACIAL

Para ello se utiliza:

$$\text{Indice gnático} = \frac{\text{Distancia de basion a huesos nasales}}{\text{Distancia de basion a procesos alveolares}} \times 100$$

Distinguiendo:

-70º Hiperprognatismo: el maxilar sobresale mucho.

70º- 79º Prognatismo: maxilar saliente.

80º-84º Mesognatismo: el maxilar es poco saliente

85º-92º Ortognatismo: el maxilar no sobresale.

+93º Hiperortognatismo: la cara es muy plana.

Siguiendo a Olivier (1960) (1).

El punto craneométrico Basion, es el punto situado en el extremo más anterior del agujero occipital o magno, en la línea media.

Grupo racial

- Caucasoide (96 de índice gnático, ortognato).
- Mongoloide (99 de índice gnático, mesognato).

- Negroide (104 de índice gnático, prognato).
- Australiana (104 de índice gnático, prognato).

También se utiliza para este estudio el *Índice gnático de Flower:*

$$\text{Índice gnático de FLOWER} = \frac{\text{Longitud basion-prostion}}{\text{Longitud basion-nasion}} \times 100$$

Clasificándose en:

- 98º Ortognatos (maxilar no saliente)

98-102º Mesognatos (maxilar un poco saliente)

+ 103º Prognatos (maxilar saliente).

- El punto craneométrico Nasion

Es el punto donde se unen las suturas de los huesos nasales con la sutura nasofrontal.

$$\text{Índice de la arcada alveolar} = \frac{\text{Anchura de la arcada}}{\text{Longitud de la arcada}} \times 100$$

En relación a este índice se clasifican los maxilares en:

- Dolicuránicos o largos < 109,9.

- Mesuránicos o medios entre 110 y 114,9.

- Braquiuránicos o cortos > 115.

$$\text{Índice del paladar} = \frac{\text{Anchura del paladar}}{\text{Longitud del paladar}} \times 100$$

Según los valores de este índice se habla de:

- Leptoestafilino o estrecho < 80.

- Mesoestafilino o mediano entre 80 y 84,9.

- Braquiestafilino o corto, ancho > 85.

En base a las *formas de arcada*, los antropólogos diferencian cuatro tipos de arcadas: hiperbólica (mongoloides), parabólica divergente (caucasoides), elíptica convergente, cuadrangular o con ramas paralelas (negroides).

- *El estudio radiográfico de los maxilares* puede aportar información acerca de la disposición de las trabéculas óseas. La trama es característica de cada persona, a ello se puede añadir el estudio de los senos maxilares, su tamaño y disposición, la existencia de tabicamientos, etc., lo que nos serviría para el diagnóstico de individualidad.

LA MANDÍBULA

La mandíbula es utilizada por Fully para la identificación de las personas utilizando fundamentalmente sus medidas igualmente es muy importante conocer los siguientes puntos (1).

Puntos craneométricos

- Infradental

Es el punto más saliente de los procesos alveolares, entre los incisivos centrales.

- Gnation o mentoniano

Es el punto más bajo del mentón, está situado en la sínfisis mentoniana.

- Pogonion

Se encuentra en la parte media más saliente de la eminencia mentoniana, con la mandíbula orientada según el plano de Francfort.

- Gonion

Se sitúa en el punto más bajo, más posterior y más externo del ángulo mandibular, donde se une la rama ascendente con el cuerpo.

- Condíleo lateral

Es el punto más externo de cada cóndilo mandibular.

Etienne Martin, nos indica cómo se debe describir y medir este hueso.

Descripción

Se mencionará el desgaste de los dientes, el lugar que ocupa el orificio mentoniano, las alteraciones de los alvéolos dentarios, las anomalías de las inserciones musculares.

Peso

Se pesará para poder diferenciar el sexo de la persona a la que pertenece.

Medidas

Se medirá tomando las siguientes medidas reflejadas en las figuras 1 y 2:

- Altura mentoniana

Distancia entre infradental y gnatio. Altura de la sínfisis.

- Altura del cuerpo mandibular

  Distancia desde el borde alveolar al borde inferior del cuerpo mandibular, medida a la altura del agujero mandibular.

- Espesor del cuerpo mandibular

  Grosor máximo entre las superficies interna y externa del cuerpo mandibular a nivel del agujero mandibular, perpendicular al eje transverso del cuerpo mandibular.

- Anchura bigonial

  Distancia entre ambos gonios.

- Anchura bicondilea

  Distancia entre los puntos más laterales en los dos cóndilos.

- Anchura mínima de la rama ascendente

  Anchura mínima de la rama mandibular, medida perpendicularmente a la altura de la rama.

- Anchura máxima de la rama ascendente

  Anchura máxima de la rama mandibular, medida a nivel condíleo.

  Estos datos se obtendrán con la utilización de un calibre.

- Altura máxima de la rama

  Distancia entre el punto más alto del cóndilo mandibular a gonion.

- Longitud mandibular

  Distancia entre el pogonion y el centro de la línea que une los gonion.

- Longitud mandibular máxima

  Distancia entre el pogonion a la vertical al borde posterior del cóndilo.

- Ángulo goniaco o mandibular

  Ángulo formado por el cuerpo y la rama mandibular.

- Ángulo mentoniano o sinfisiario

  Ángulo que forma la línea que une el punto infradental y progonion con la línea basal. Se puede medir con un goniómetro directamente.

  Estas medidas se efectuarán con un mandibulómetro.

  Una vez que se han practicado tales pruebas, podemos determinar los distintos diagnósticos.

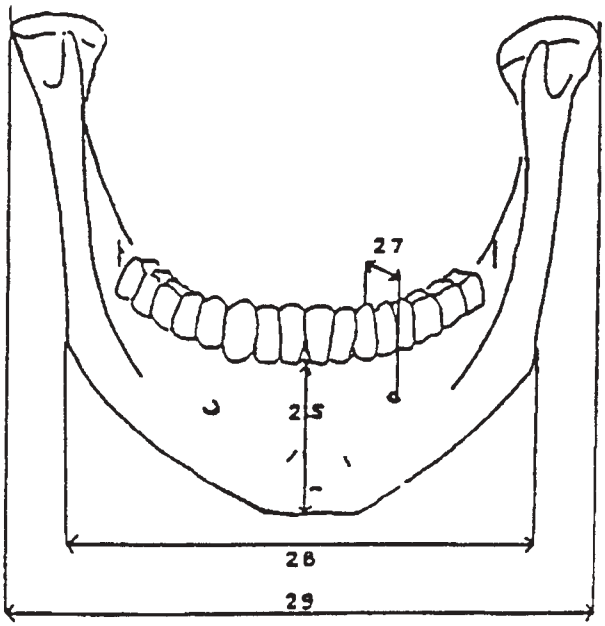


Figura 1

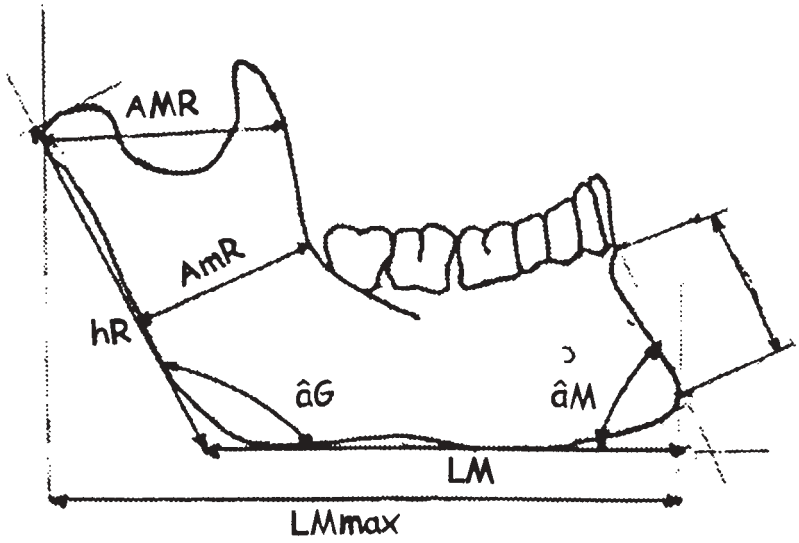


Figura 2

DIAGNÓSTICO DEL SEXO

1. Para ello nos basaremos en *el peso,* encontrando cómo la mandíbula es más pesada en el hombre que en la mujer.
2. *El ángulo de la mandíbula,* o gonion, siendo éste mayor en la mujer que en el hombre.
3. Por la *morfología,* en el varón la mandíbula es más grande, presenta mayor espesor, es más alta la sínfisis, los cóndilos son más grandes, el gonion es más marcado, las inserciones musculares de los maseteros y de los pterigoideos son más marcadas, el ángulo de la mandíbula es menor de 125° (en la mujer mayor de 125°), y el peso medio es de 80 g (en la mujer de 63 g). El mentón es más cuadrado y más recio, los tubérculos geni son más gruesos y prominentes.
4. También se puede obtener el sexo a través de la mandíbula aplicando *la fórmula*:

   Sexo = 10,27 (altura de la rama) + 8,10 (anchura mínima de la rama) + 2 (anchura bigoníaca) + longitud total

   Si los valores obtenidos exceden la cifra de 1200,88 corresponden al sexo masculino, y si quedan por debajo de 1200,88 corresponde al sexo femenino.
5. *Anchura bicondílea*: Es la anchura máxima superior entre los bordes externos de los cóndilos mandibulares. Siempre es superior a la longitud total de la mandíbula. En caucasoides es de más de 125 mm para varones y menor de 105 mm para hembras.

DIAGNÓSTICO DE LA EDAD DEL INDIVIDUO O CRONOLÓGICO

1. Esta se podrá obtener a través del *orificio mentoniano,* que en el adulto ocupa un lugar a igual distancia de ambos bordes del hueso, acercándose más al borde superior en la vejez.

   En el recién nacido se encuentra situado a la altura del tabique óseo que separa el canino del primer molar, trasladándose posteriormente a la altura del tabique que separa el primero del segundo premolar entre los 5 y 6 años, y en el adulto, se encuentra a la altura del segundo premolar.
2. *Lo podemos conocer por el gonión,* el cual al nacer el niño mide 150° (138 a 175°), baja a 125° con la aparición de la primera dentición, y al aparecer la segunda, el ángulo mide 120°. En el adulto es de 95 a 100°, para aumentar de nuevo al llegar la vejez, midiendo de 130 a 140°.
3. *Madurez fetal:* Para ello utilizaremos el signo de Billard, el cual nos indica la existencia o el momento de la madurez fetal, y nos sirve para el diagnóstico del recién nacido en el estudio de la muerte del recién nacido, y se caracteriza por la existencia de 4 alvéolos dentarios a cada lado de la línea media de la mandíbula.

DIAGNÓSTICO RACIAL

1. Para ello nos basaremos en el *Índice de robustez de la mandíbula o de espesor mandibular* (Testut), el cual es la relación centesimal del grosor del cuerpo mandibular con la altura de este, tomada entre los dos premolares (plano del agujero mentoniano).

$$\text{Índice de robustez} = \frac{\text{Grosor del cuerpo de la mandíbula}}{\text{Altura del cuerpo de la mandíbula}} \times 100$$

   Encontrando cómo los hombres actuales poseen un índice bajo, de 40,9, inferior a los antropoides (50,5) y a los hombres prehistóricos, por ejemplo en el hombre de Neandertal (51,3).

2. Otro dato importante en relación a la especie es la existencia del mentón, siendo esta típica del carácter humano.

3. *Ángulo sinfisario,* nos sirve sobre todo para el diagnóstico de raza y especie, encontrándose, por ejemplo, cómo los anvarenses tienen 66°, los parisienses 72°, los guanches 73°, los polinesios 76°, los negros africanos 82° y los árabes 90°. En los hombres antiguos y los primates, estos ángulos eran de superior graduación así en los caucasoides es de 65°-71°, negroides 80°-85° y antropoides 105°-125°, según Renard.

4. *Ángulo de la mandíbula,* es diferente según las razas y especies, siguiendo a Renard, Herpin, Barras y Olivier, en los neocaledonios mide 110°, mediterráneos 120°, indios caribes 130°, esquimales 94°, negros africanos 120°, berébéres y altaicos 128°, melanesios 102° y gorilas jóvenes 100°.

5. *Peso mandibular:* Los caucasoides entre 83 y 100 g y los negroides entre 98 y 119 g.

6. *Apófisis coronoides y condilos mandibulares* (Según Morel 1962) (1).

   a) *Caucasoides.* Las apófisis coronoides son más fuertes que los condilos y la escotadura sigmoidea es más profunda.

   b) *Negroides.* Las apófisis coronoides son más bajas que el cóndilo y la escotadura sigmoidea es profunda.

   c) *Hotentotes.* Las apófisis coronoides esta a la altura del cóndilo y la escotadura sigmoidea es poco profunda.

   d) *Australianos.* Apófisis coronoides más bajas que los cóndilos.

   e) *Amerindios.* Apófisis coronoides más altas y voluminosas que el condilo.

7. *Diferencias morfológicas según Schurtz* (1933) (1):

   Mandíbula y raza blanca:

   Esta es ancha, la rama ascendente es más alta y estrecha, el gonion es mayor, el mentón es más saliente, el cuerpo más alto,

las inserciones musculares son muy fuertes las de los maseteros y pterigoideos.

Mandíbula y raza negra:

Es menos ancha, la rama ascendente más baja ancha y vertical, el arco dental tiene forma de U es mayor y más largo y el mentón es menos prominente.

8. *Índice de rama,* en base a la rama ascendente de la mandíbula:

$$\text{Índice de rama} = \frac{\text{Anchura de la rama}}{\text{Longitud de la rama}} \times 100$$

Se distinguen los caucasoides con I.R. de 50, mongoloides I.R. 50-60 y negroides y esquimales I.R. 56-63.

9. *Índice mandibular*

$$\text{Índice mandibular} = \frac{\text{Longitud total}}{\text{Anchura bicondílea}} \times 100$$

Los negros y blancos su índice es de 90, mientras que los mongoloides es de 85.

Basándonos en este índice además podemos diferenciar:

- Braquignatos o con mandíbulas anchas o cortas, menos de 85.
- Mesognatos o con mandíbulas medianas, de 85 a 89,9.
- Prognatos o con mandíbulas estrechas o largas, más de 90.

10. *Índice goniocondíleo.* Muestra el grado de divergencia de las ramas ascendentes de la mandíbula.

$$\text{Índice goniocondíleo} = \frac{\text{Anchura bigoniaca}}{\text{Anchura bicondílea}} \times 100$$

Según este índice se distinguen: blancos y australianos 84, negros y mongoloides 81 y esquimales 91, siguiendo a Olivier (1960) (1).

11. *Índice gnático de Flower.* A través de este índice se puede conocer las razas.

$$\textit{Índice gnático de Flower} = \frac{\text{Longitud basion-Prostion}}{\text{Longitud basion-nasion}} \times 100$$

Clasificándose en:

a) - 98° Ortognatos (mandíbula no saliente) razas blancas.
b) 98-102° Mesognatos (mandíbula un poco saliente) o intermedio o primitivas, se da en aborígenes australianos, pobladores de Oceanía en general.
c) + 103° Prognatos (mandíbula saliente) raza negra.

LA IDENTIFICACIÓN DENTAL. SU IMPORTANCIA Y CONTENIDO

La identificación por las estructuras dentales es de una gran *importancia* por las características que tienen los dientes, ya que son resistentes a los agentes exteriores y a la putrefacción, al igual que por el número tan variable de dentaduras; esto ha hecho que sea en el momento actual, el método de identificación base en las grandes catástrofes. Tal resistencia se debe a su composición, por el alto contenido en sales minerales, sobre todo apatiíta, en los tejidos dentales y en el esmalte, considerándose este como la parte más dura del esqueleto (Sopher, 1980) (1).

Su *resistencia al fuego*, se comprobó, en el caso descrito por Reid (1884) en el que se identificó por su dentadura a la Condesa de Salisbury, ya que tenía una dentadura de oro que resistió a un incendio (1).

En el caso resuelto por Frykholm (1956) de la identificación de varios cadáveres de un naufragio, habiendo pasado un tiempo, a través de sus dentaduras, nos demuestra su *resistencia a la putrefacción* (1).

En los casos de *grandes catástrofes*, es el método elegido en la actualidad de forma mayoritaria y en especial en los desastres aéreos, así lo demuestran las identificaciones realizadas por Stevens (1970) y Haines (1972), que identifica este último los restos de 34 personas muertas en un accidente aéreo (1).

A este método se le empieza a dar importancia y valor a partir de los trabajos de Keiser-Nielsen y de Gustafson (2, 3).

La *resistencia a la acción del suelo*, depende de la composición del mismo, así en terrenos ácidos, los dientes se pueden descalcificar completamente hasta el punto de que se pueden cortar con un cuchillo.

En los suelos conteniendo microorganismos, estos se desarrollan en el fondo de los canales de las raíces y de forma específica los actinomicetos.

En los suelos compuestos de arena seca, los dientes pueden quedar intactos durante siglos e incluso milenios.

Por *la acción del agua no se modifica apenas el diente*, Suzuki, estudió modificaciones que sufre la fluorescencia de los dientes. Además siguiendo a Reverte podemos, decir que no existen dos denticiones iguales, hecho fundamental para que nos sirvan para identificar, por lo que se considerarían como «huellas dactilares» del cráneo (1).

El reconocimiento de cada diente no genera problemas si se halla colocado en su correspondiente alveolo o es posible su reconstrucción en los maxilares implantándolo en los mismos. La dificultad aparece cuando se trata de dientes aislados y aumenta con fragmentos dentales.

Para identificar a través de dientes aislados debemos de tener en cuenta lo siguiente:

1. Determinar si es un diente de leche o permanente, los de leche son más pequeños, tanto a nivel de la corona como de la raíz, y tienen un color blanco-azulado.
2. Situarles en uno de los grupos (incisivos, caninos, premolares y molares).
3. Averiguar si son de la arcada superior o inferior, del lado derecho o izquierdo, para ello nos fijaremos en su morfología.

La determinación a través de los *dientes aislados*, del número de víctimas de una catástrofe colectiva, se realiza por *la búsqueda de los caninos inferiores*, que son resistentes a todas las agresiones y constantes.

A través de los dientes se pueden practicar diversos diagnósticos, para ello es necesario *practicar una serie de medidas*, bien con un calibre o con un Odontómetro de Wedeltaedt, como son:

- Diámetro mesiodistal

  Se toma en los puntos más salientes de la cara mesial y distal. En estos casos coinciden con el diámetro máximo.

- Diámetro vestibulolingual

  Se mide en los puntos más salientes de las caras vestibular y lingual formando ángulo recto con el diámetro mesiodistal. Es el máximo diámetro tomado de forma perpendicular al diámetro mesiodistal.

- Altura de la corona

  Se mide en la cara vestibular, en el punto medio, desde el cuello (unión esmalte-cemento) hasta el punto más saliente en caninos y premolares y hasta el punto de mayor depresión entre cúspides en los molares.

- Altura de la raíz

  Distancia desde el cuello hasta el ápice, también tomada en el punto medio en la cara vestibular.

- Altura total

  Suma de la altura de la corona y la altura de la raíz.

- Diámetro mesiodistal del cuello

  Se mide en el punto más alto de la línea media del cuello.

- Diámetro vestibulolingual del cuello

  Se mide en los puntos más bajos de la línea cervical en las caras vestibular y lingual.

Diagnóstico genérico

Este diagnóstico no suele generar problemas, por las características morfológicas de los dientes. Puede ocurrir que no tengamos el diente completo, sino pequeños fragmentos del esmalte, sin dentina ni canal radicular, en estos casos el esmalte puede confundirse con materiales plásticos duros, pero si efectuamos una observación microscópica con lupa, o a través de estudios químicos o inmunológicos se llegará a diferenciar.

Diagnóstico de especie

Para ello nos podemos basar en:

1. *La morfología*

   En el hombre la raíz y la corona se encuentran prácticamente en el mismo eje, todos los dientes presentan una angulación entre estos dos componentes en las distintas especies animales.

2. *Los premolares y molares*

   En los monos antropoideos son diferentes a los dientes humanos por tener una longitud más grande, su corona es más baja, los surcos más profundos y los dentículos o cúspides anterointernos o tubérculos de Carabelli más desarrollados.

   En los animales carnívoros sus molares tienen aspecto de sierra con coronas muy puntiagudas, mientras que los herbívoros presentan una silueta muy horizontal con coronas altas y planas adaptadas para soportar grandes roces y desgastes.

3. *Tamaño*

   En otros animales es más fácil su identificación, en especial por su tamaño, bien sean más pequeños (gatos y roedores) o más grandes (cabra, cerdo, caballo, ovejas, etc.).

4. *Estudio microscópico,* solo los dientes humanos presentan:
   a) *En el esmalte*, los prismas son planos, están muy juntos, paralelos, inflexionados y orientados perpendicularmente a la dentina, según una línea de 5 micras y de una longitud de 2 mm sobre su longitud aparecen estrías sombreadas transversales y a intervalos de 3,5 a 5 micras.
   b) *En la dentina*, los endoblastos tienen una longitud de 20 a 25 micras por 5 a 6 micras de ancho, los canalículos dentarios tienen una anchura variable de 1,3 a 2,2 micras y una longitud de 5 a 6 mm y están distantes unos de otros de 2 a 3 micras.
   c) *La unión esmalte dentina es festoneada.*

5. Cuando *los dientes no se encuentran enteros,* y por tanto no se pueden utilizar los métodos anteriormente expuestos, se puede realizar el diagnóstico como indica Peret (1980), a través de *métodos inmunoló-*

gicos, bien por técnicas de precipitación por sueros antihumanos, técnica utilizada por Saint-Paul y Sarda (1973) recogiendo de los dientes esmalte y dentina, previamente eliminando la pulpa y sangre, obteniéndose mejores resultados por inmunoprecipitación en gel, por fijación de complemento o por técnicas de inmunofluorescencia derivadas del método de Coombs y Caplan (1950) para la investigación de antígenos en tejidos utilizando anticuerpos marcados por el isocianato de fluoresceína (1).

Diagnóstico del número mínimo de individuos

Una vez efectuados los anteriores diagnósticos, debemos cuantificar el número de individuos para poder analizar cada uno de ellos por separado, si fuera posible.

Lo primero y fundamental será identificar las piezas que, si están en el correspondiente alveolo, no plantean ningún tipo de problemas.

Para realizar este diagnóstico nos basaremos en lo siguiente:

1. *Repetición anatómica.* Si encontramos dos dientes iguales, hemos de pensar que son de dos personas distintas.
2. *Tamaño.* Si observamos dos dientes en que existe una gran diferencia de tamaño, nos está indicando que son de individuos diferentes.
3. *Edad.* Encontrar un diente de leche junto con piezas permanentes con el ápice cerrado nos permite separar en un principio a dos personas.
4. *Otros datos* que pueden valorarse son la coloración, los cambios tafonómicos, la data de la muerte y la presencia de prótesis.

Algunos autores indican la utilización del diagnóstico sexual o la existencia de patologías en los dientes.

Diagnóstico racial

La determinación de la raza resulta especialmente importante en casos de accidentes aéreos y en cadáveres mutilados, pues ayuda a separarlos en función de sus caracteres raciales. No existe ningún método preciso para determinar la raza en el diente, aunque existan diferencias importantes raciales sobre todo en los molares.

1. *Molares superiores e inferiores*

Van a ser estas piezas las que nos permiten practicar un estudio de las razas y diferenciar las mismas.

• *Razas ortognatas,* los molares superiores tienen la cúspide interna del segundo lóbulo posterior, más pequeña que el lóbulo anterior, los dos lóbulos están separados por una depresión, así como el primer molar inferior le queda la marca de la soldadura del dentículo posterior.

• *Razas prognatas,* los molares superiores, tienen un dentículo importante, los inferiores tienen cinco dentículos en vez de cuatro. En las razas primitivas (negros y australianos) los molares inferiores se parecen a los del chimpancé.

Hanihara (1963) estudia la dentición decidua y se basa en los siguientes caracteres: Incisivo central en pala, cúspides de Carabelli en el segundo molar, prostílido y desviación del surco en segundo molar, estableciendo diferencias raciales entre japoneses (predomina incisivos en pala) americanos negros y blancos (existencia de tubérculos de Carabelli, es decir cúspide supernumeraria en los molares) indios pima e indios eskimos (1).

Carbonell (1963) hace un estudio en relación a la existencia de incisivos en pala, en distintas razas de poblaciones recientes (anglosajona, romano-británica, lapona, danesa, sueca, banú, árabe, india, esquimal del este de Groenlandia y nipona, china y tibetana), observando cómo en los esquimales de Groenlandia es prácticamente el 100%, seguida de los japoneses, chinos y suecos, la frecuencia de esta anomalía, siendo la más baja a nivel de la población romano-británica (1).

Lasker y Lee (1957) estudian las variaciones morfológicas de los dientes de adultos en varias razas encontrando lo siguiente (1):

En el maxilar superior:

1. La frecuencia de incisivos en pala (incisivos generalmente centrales, que presentan un reborde marginal por la cara lingual) era del 85% en chinos, y que la frecuencia de presentación en blancos y negros era baja.

   Gustafson, observa mayor frecuencia de este tipo de incisivos en chinos, mongoles, esquimales e indios americanos (4).

2. En mongoles, los incisivos tienen las raíces más cortas y con frecuencia existe pérdida congénita de ellas, asimismo, tienen a menudo perlas del esmalte (esmalte ectópico). En los molares, se aprecian unas raíces cortas y muchas veces fusionadas.

3. La cúspide de Carabelli, que en el primer molar se da con una frecuencia de 37% en los blancos, es infrecuente en bantúes y no se observa en esquimales de Groenlandia, pero sí cuando existe una mezcla racial (3).

4. El ensanchamiento de la cavidad pulpar, con raíces fusionadas o taurodontismo, raras veces se aprecia en caucasoides y cuando existe en mongoloides tiene forma de reloj de arena o piramidal.

En la mandíbula:

1. Los sujetos negroides presentan a menudo cinco cúspides en el primer molar permanente, cuyos surcos intercuspídeos tienen forma de Y.

2. En esquimales y negros se encuentra con más frecuencia un tubérculo paramolar (cúspide supernumeraria) en la superficie mesiobucal de los molares.
3. En mongoloides, las coronas son más anchas hacia el cuello del diente.
4. En caucasoides la extensión del esmalte es mayor y las raíces son más cortas y rectas.
5. En mongoloides existe frecuentemente una raíz más en posición distolingual en el primer o tercer molar, y rara vez aparece en los otros.
6. El taurodontismo mandibular se encuentra en todas las razas, sin embargo las formas en reloj de arena y piramidal son más frecuentes en mongoloides.

Kraus (1957) encuentra que en las razas negras el número de cúspides del primer premolar inferior es de tres frente a las dos cúspides que se observan en las otras razas (1).

Correa en 1990, describe diferentes grados del tubérculo de Carabelli, e indica su relación con las diversas razas, mongoloides y amerindios (normal, en surco, hoyo y en pequeña depresión en Y), caucasoide (pequeña cúspide, cúspide mayor y gran cúspide que llega al borde libre, o tubérculo propiamente) caucasoide con mestizaje tenue (en gran depresión en Y) (5).

Whittaker y Bakri en 1996, indican la existencia de variaciones raciales a nivel del parámetro de la transparencia de la raíz, observándolo en distintos subgrupos de malasios (6).

2. *Índice dentario de Flower*

Este se obtiene de la siguiente forma:

$$\textit{Índice dentario de Flower:}\ \frac{\text{Longitud de premolares + molares}}{\text{Longitud basion-nasion}} \times 100$$

Longitud de premolares + molares,
también conocido como largo dentario.

Según este índice, hablamos de:

- *Microdientes,* cuando el índice es inferior a 42, pertenece el mismo a las razas blancas.
- *Mesodientes,* cuando son de tamaño medio y su índice se encuentra entre 42 y 44, corresponde este índice a las razas chinas, indias y ciertas razas negras.
- *Macrodientes* o dientes grandes, que tienen un índice superior a 44 siendo característico de las razas australianas.

Diagnóstico del sexo

Es muy difícil de saber el sexo, por un solo diente de la persona a quien corresponde, en general diríamos que *las mujeres los tienen mucho más pequeños que los hombres*, más suaves y claros (7, 8). Además los incisivos centrales superiores son mayores en el hombre (los diámetros transversales) que en la mujer (9) y son más fiables, por tener mayor dismorfismo sexual (9, 10); tras realizar estudio métrico y de imagen, llega a la conclusión de que los caninos permiten una mayor aproximación, pues en los hombres tienen mayor longitud y volumen que en la mujer.

Se observan diferencias en la forma, unos dientes cuboideos, de ángulos marcados y caras vestibulares planas son característicos del varón, mientras que los de las mujeres son más redondeados, especialmente los dientes anteriores (incisivos y caninos), también en las superficies vestibulares y en los ángulos dentales.

1. *Las diferencias de los diámetros mesiodistales:* Del primer molar (0,52 mm) el del segundo molar (0,45 mm) y los caninos superiores e inferiores (0,44 mm y 0,42 mm, respectivamente), es de fracción de milímetros mayor en el sexo masculino como hemos indicado que en el sexo femenino (Gran y col. 1964) (1).

2. La relación mesodistal entre el incisivo medio y el incisivo lateral es menor en la mujer que en el hombre (*índice de Aitchison*).

$$\text{I. Aitchison} = \frac{\text{D. mesiodistal I. central superior}}{\text{D. mesiodistal I. lateral superior}} \times 100$$

   Cuando es superior a 150 es del género femenino y si es inferior es del género masculino.

3. En el sexo femenino *la erupción de la segunda dentición* o permanente, es más precoz (cuatro meses y medio) sobre todo en el canino mandibular.

4. Estudios a través de *los caninos* basándose en *el índice mandibular del canino (IMC)* (11), cuya fórmula es:

$$\text{IMC} = \frac{\text{Diámetro mesiodistal de la corona del canino}}{\text{Anchura del arco mandibular entre los dos caninos}}$$

   Cuando el índice era superior a 0,274 eran considerados de un varón, y si era inferior a esta cifra de una mujer.

5. Bequain y Boutonnet (1980) estudian la morfología de las raíces de los incisivos y caninos superiores. Toman la longitud radicular y los diámetros mesiodistal y vestibulopalatino máximo en el cuello y calcularon el módulo radicular (1).

- Módulo de robustez de la corona = Diámetro mesiodistal x diámetro vestibulolingual
- Índice coronario = $\frac{\text{Diámetro mesiodistal}}{\text{Diámetro vestibulolingual}} \times 100$
- Índice morfológico del cuello = $\frac{\text{Diámetro mesiodistal del cuello}}{\text{Diámetro vestibulolingual del cuello}} \times 100$
- Módulo de robustez del cuello = Diámetro mesiodistal x diámetro vestibulolingual
- Índice cérvico-coronario = $\frac{\text{Módulo de robustez del cuello}}{\text{Módulo de robustez de la corona}} \times 100$

6. Vargas Alvarado utiliza *la técnica de la espectropenetración del esmalte*. La proporción de sustancia orgánica contenida en el esmalte es del 2-4%, siendo más elevada en la unión esmalte-dentina, lo que significa que la calcificación es menor en esta zona, observando diferencia a nivel sexual (12).

DIENTE	VALOR DEL MÓDULO RADICULAR	SEXO PROBABLE
Incisivo Lateral	> 11,6 mm	Masculino
Incisivo Central	> 13,8 mm	Masculino
Canino	> 13,8 mm	Masculino

7. *Método químico de Bernadskij*, se basa en la cantidad de ácido que se necesita para neutralizar la dentina alcalinizada en polvo, observando que la cantidad es diferente en el varón que en la mujer.
8. En relación a *la composición mineral de los dientes* (Berennholc, 1972). El canino en el hombre contiene más calcio y magnesio, mientras que en la mujer es mayor el fósforo (1).
9. A través de las células de la pulpa dental, observando la existencia de *los corpúsculos de Barr*.
10. *Estudio del DNA* mediante la técnica del PCR, posteriormente por electroforesis ver si se encuentran los fragmentos de los cromosomas X o Y (13).

Se han observado diferencias sexuales en el gen de la amelogenina, proteína que más existe en el esmalte, mientras que en las mujeres éste se halla en el cromosoma X, en los hombres se encuentra en el cromosoma Y (14).

Diagnóstico de los caracteres antropométricos

Las dimensiones de cada diente son proporcionales al conjunto que forma la arcada dentaria, cabeza y el sujeto total.

Carrea confeccionó una tabla y unas fórmulas que permiten la reconstrucción de las principales medidas antropométricas, y especialmente de la talla del individuo en casos de despedazamiento o descuartizamiento criminal.

La medida base, es lo que él llamó **arco** o distancia que separa los extremos del arco formado por las caras linguales del incisivo central al lateral de un lado y el **radio-cuerda** o distancia que va desde el incisivo central al canino, todo ello en la arcada inferior, las fórmulas que propone son las siguientes:

$$\textit{Talla mínima:}\ \frac{\text{Rc x 6 x 3,1416}}{2}$$

$$\textit{Talla máxima:}\ \frac{\text{Arco x 6 x 3,1416}}{2}$$

En estas fórmulas tanto el radio-cuerda como el arco, se expresan en milímetros, obteniéndose los resultados en centímetros.

Cobo Gil y Jiménez Ríos (1987) utilizando las formulas dadas por Carrea y expresadas anteriormente, estudian veinte casos en modelos de escayola, encontrando que se trata de un método aleatorio en cuanto a base científica, por lo demás es relativamente fácil de realizar, pero hay que ser muy cuidadoso al tomar las medidas, ya que diferencias de 1 milímetro, nos dan 10 centímetros de altura, además este método es menos exacto en las mujeres (1).

Diagnóstico de la edad del individuo o cronológico

Saunders (1837) realiza una investigación sobre 338 niños, siendo la base de la obra clásica en este tema titulada «Los dientes, una prueba de la edad» (1).

Centrándonos en la determinación de la edad de un individuo, sobresalen los trabajos de Clements (1953) en donde se realiza observaciones sobre el tiempo medio de la erupción de los dientes permanentes apreciando que esta erupción se produce antes en los grupos de nivel socioeconómico más elevado. La erupción es posterior en los niños con la excepción del primer molar que emerge antes que en las niñas (1).

La valoración de la edad depende del momento evolutivo en que encontramos la dentición, pudiéndose realizar desde los primeros días de la vida intrauterina en adelante.

Según Derobert y col (1974) podemos distinguir tres periodos distintos en la dentición (15):

A) *Antes del nacimiento:*

La odontogénesis se inicia en el embrión de seis o siete semanas (8, 16).

La calcificación de los dientes temporales comienza en la 16ª semana de la vida intrauterina, siendo ya posible medir el espesor de la dentina (1 a 1,5 mm) según Nossintchouk (1991) (17). Los primeros molares permanentes adquieren 1 mm de dentina calcificada hacia el octavo mes.

A diferencia de la dentición permanente que puede sufrir grandes variaciones individuales, en la dentición temporal la edad puede ser evaluada de forma muy precisa.

Logran y Krownfeld, estudian la calcificación de los gérmenes o folículos dentarios, indicando en el 3er y 4º mes intraútero aparecen los incisivos centrales y laterales, entre 4º y 5º los caninos y en el nacimiento el 1er molar, en ambas arcadas dentarias (18).

También nos podemos basar en los puntos de osificación de los maxilares.

Durante este periodo embrionario la formación de los dientes permite la determinación de la edad con precisión, ya que durante este periodo apenas aparecerán perturbaciones y los resultados son muy positivos.

Se ha intentado experimentalmente correlacionar el peso de los brotes dentales (fragmentos de corona calcificada) (Luke y col., 1978) y del tamaño (Liversage y col., 1993) con la edad gestacional (1).

Stack relaciona con la edad, el peso del tejido mineral, según el cual a las 24 semanas intraútero la diferencia media entre la edad real y la estimada sería de una semana aproximadamente. La mayor limitación consiste en la difícil recuperación de los gérmenes calcificados en el lugar del hallazgo (19).

DESARROLLO CRONOLÓGICO DE LA DENTICIÓN PRIMARIA

Ambos sexos

DIENTE	INICIO SEM. INTRAÚTERO	INICIO CALCIFIC. SEM. INTRAÚT.	CORONACIÓN COMPLETA MES.	ERUPCIÓN MESES	RAÍZ CALCIF. MESES
Inc. C.	7	13-16	1-3	6-9	18-24
Inc. L.	7	14-17	2-3	7-10	18-24
Canino	7,5	15-18	9	16-20	30-39
1er Molar	8	14-17	6	12-16	24-30
2º Molar	10	16-24	10-12	20-30	36

Adaptada de Logan y Kronfeld (1933) (18) y Schour y Massler (1940) (20).

B) *En el nacimiento:*

En el feto a término destaca como más significativo que encontramos los alvéolos dentarios formados, lo que se conoce con el nombre de *signo de Billard.*

Se observa *la línea neonatal de Orban* (estría de Retzius, más marcada que las demás).

C) *Después del nacimiento:*

El casquete de esmalte y dentina continúa con su calcificación. Encontramos una boca que tiene dientes temporales y junto a ellos, dientes permanentes en formación.

En el niño y adulto: Se estudia por la evolución de la salida de los dientes cronológicamente hasta los 30 años, que dejan de salir después de la vida intrauterina, ya que los gérmenes dentarios aparecen a los 65 días de la gestación.

Además del estudio por la *erupción dental* se puede realizar, cuando existen sólo los de leche a través de placas radiográficas, viendo el grado de calcificación de los gérmenes de los dientes definitivos.

Miles (1958), en los niños lactantes, puede calcular la edad, basándose en la *línea neonatal de Orban* del esmalte y a partir de la misma se cuenta las líneas de crecimiento (estrías cruzadas) que se forman una al día, con esta técnica diagnosticó la edad de una niña que se encontraba dentro de un baúl y tenía tres meses y nueve días (21).

El espesor de los tejidos, del lado pulpar de la línea neonatal de Orban, permite estimar la edad en los niños (17).

Se observa, cómo una persona de 3 a 5 años, tiene un mínimo de 20 dientes, entre los 7 y los 12 presenta 24 piezas dentarias, de los 14 a los 16 años son 28 y más tarde hasta 32 dientes, excepción hecha de las anomalías por dientes supernumerarios.

Sopher (1980) indica que desde los 14 a los 20 años se observará la erupción del tercer molar y el grado de desarrollo de la raíz del segundo molar. A partir de los 30 años la dificultad es mayor y la fiabilidad del método es mucho menor, la importancia de la evolución del tercer molar, comentando que cuando la erupción es completa, se trata de una persona mayor de 20 años, pero no se ha finalizado la formación de la raíz, se estimaría que tendría una edad entre 22 y 24 años (1). Existen las tablas de Tisseran Perrier (1958) para valorar la erupción de los dientes temporales y las de Massler Yschure (1944) para el desarrollo de los dientes permanentes (1).

Desarrollo cronológico de la dentición permanente maxilar superior (Ambos sexos)

DIENTE	INICIO SEM. INTRAÚTERO	INICIO CALCIFIC. SEM. INTRAÚT.	CORONACIÓN COMPLETA	ERUPCIÓN	CALCIFICACIÓN DE RAÍZ
Inc. C.	5-5,5 intraút.	3 -4 meses	4-5 años	7-8 años	10 años
Inc. L.	5-5,5 intraut.	1 año	4- 5 años	8-9 años	11 años
Canino	5,5-6 intraút.	4-5 meses	6-7 años	11-12 años	13-15 años
1er Prem.	nacimiento	1,5-1,7 años	5-6 años	10-11 años	12-13 años
2º Prem.	7,5-8 mes postnatal	2-2,5 años	6-7 años	10-12 años	12-14 años
1er Molar	3,5-4 mes intraútero	nacimiento	2,5-3 años	6-7 años	9-10 años
2º Molar	8,5-9 mes postnatal	2,5-3 años	7-8 años	12-13 años	14-16 años
3er Molar	3,5-4 años postnatal	7-9 años	12-16 años	17-25 años	18-25 años

Adaptada de Logan y Kronfeld (1933) (18) y Schour y Massler (1940) (20).

Desarrollo cronológico de la dentición permanente maxilar inferior (Ambos sexos)

DIENTE	INICIO SEM. INTRAÚTERO	INICIO CALCIFIC. SEM. INTRAÚT.	CORONACIÓN COMPLETA	ERUPCIÓN	CALCIFICACIÓN DE RAÍZ
Inc. C.	5-5,5 meses intraútero	3-4 meses	4-5 años	6-7 años	9 años
Inc. L.	5-5,5 meses intraútero	3-4 meses	4-5 años	7-8 años	10 años
Canino	5,5-6 meses intraútero	4-5 meses	6-7 años	9-11 años	12-14 años
1er Prem.	nacimiento	1,75-2 años	5-6 años	10-12 años	12-13 años
2º Prem.	7,5-8 meses postnatal	2-2,5 años	6-7 años	11-12 años	13-14 años
1er Molar	3,5-4 meses intraútero	nacimiento	2,5-3 años	6-7 años	9-10 años
2º Molar	8,5-9 meses postnatal	2,5-3 años	7-8 años	11-13 años	14-15 años
3er Molar	3,5-4 años	8-10 años	12-16 años	17-25 años	18-25 años

Adaptada de Logan y Kronfeld (1933) (18) y Schour y Massler (1940) 20).

Promedio en años de erupción de las piezas dentales
(Ambos sexos)

	MAXILAR SUPERIOR		MAXILAR INFERIOR	
DIENTE	VARONES	MUJERES	VARONES	MUJERES
Inc. Central	7,5	7,2	6,5	6,3
Inc. Lateral	8,7	8,2	7,7	7,3
Canino	11,7	11	10,8	9,9
1er Premolar	10,4	10	10,8	10,2
2º Premolar	11,2	10,9	11,5	10,9
1er Molar	6,4	6,2	6,2	5,9
2º Molar	12,7	12,2	12,1	11,7
3er Molar	17-21	17-21	17-21	17-21

Modificada de Lowrey (986) EEUU (22).

Bodecker, en 1925, definía *cuatro alteraciones del diente que se correlacionaban con la edad del individuo*, siendo estas, la abrasión del esmalte, el deposito de dentina secundaria, adición de cemento y retracción de la encía que posteriormente tendrán gran importancia y en las que se basan los estudios de diversos autores (1).

Gustafson, en 1950, estudia diversas modificaciones que se producen con la edad en el diente y crea la fórmula siguiente (23):

X= Tn+An+Sn+Pn+Cn+Rn

X: Edad del individuo

A: Abrasión del esmalte

S: Depósito de dentina secundaria

P: Paradontosis

C: Aparición de cemento

R: Reabsorción de la raíz dental

T: Transparencia de la raíz

Las alteraciones de cada proceso se valoran de 0 a 3, lo que da una numeración, realizando esto en varios dientes y obteniendo la media se pasan los datos a una gráfica lineal, como la realizada por Gustafson, basada en un estudio de 156 piezas dentarias de 50 individuos.

Estos procesos indicados *se valoran de la siguiente forma:*

- *A (Abrasión)*: AO (No existe abrasión), A1 (Abrasión del esmalte), A2 (Abrasión de la dentina), A3 (Abrasión que llega a la pulpa).
- *S (Depósito de dentina secundaria)*: S0 (No existe dentina), S1 (Empieza a formarse en la parte superior de la cavidad pulpar), S2 (La cavidad pulpar se encuentra llena de dentina hasta el medio, S3 (La cavidad pulpar se encuentra llena de dentina).
- *P (Paradontosis o Periodontitis)*: P0 (No existe), P1 (Empieza), P2 (Afecta al primer tercio de la raíz), P3 (Afecta a más de dos tercios de la raíz).
- *C (Aparición o Aposición de Cemento)*: C0 (No existe), C1 (Hay algo más de lo normal), C2 (Gran capa de cemento), C3 (Capa de cemento que existe con gran consistencia).
- *R (Reabsorción de la raíz)*: R0 (No existe), R1 (Solo hay en pequeños puntos aislados), R2 (Mayor pérdida de sustancia), R3 (Hay una gran zona de dentina y cemento con reabsorción).
- *T (Transparencia de la raíz)*: T0 (No hay transparencia), T1 (Se empieza a ver transparencia), T2 (Ya supera el tercio apical de la raíz), T3 (Alcanza los dos tercios de la raíz).

Así vemos cómo Scott (1956) estudia en dientes de adultos las modificaciones que se producen en la superficie del diente por el desgaste y lo relaciona con la edad (1).

Dalia modifica el método de Gustafson, realizando las secciones de los dientes en sentido vestíbulo-lingual, e indica que la aparición del cemento y la reabsorción de la raíz dental no están muy relacionados con la edad del individuo (24).

Miles por su parte, nos indica que la *Transparencia de la raíz, es el factor más importante* para el diagnóstico de edad (21).

Haertig, nos dice que la media de error en años, entre la edad real y la edad dentaria practicando el método de Gustafson en una serie de 0 a 3 un rango de 10 a 41 años, aumentado este margen de error, llegando, a 7,9 años en un rango de edad de 41 a 90 años, los criterios de abrasión para edades avanzadas son menos significativos (25).

Este método no se puede considerar muy exacto, es únicamente aproximativo, y el valor fundamental del mismo es la suma de todos los factores, así, si un factor se encuentra circunstancialmente alejado del valor que le correspondería por la edad, esto no alteraría el resultado final. Sin embargo, si analizamos cada factor por separado, esto sí sería inexacto.

La abrasión no es un índice de edad en muchos casos, distorsionado por factores como tipo de dieta, dureza de esmalte y dentina, bruxismo y sobre

todo factores oclusivos, tal como mordida abierta, retronagtismo, ausencias dentarias, operatoria dental, prótesis, etc.

La dentina secundaria es mayor en casos de caries crónica, sin estar directamente relacionada con la edad, depende de la capacidad de regeneración y defensa frente a agresiones individuales.

La Paradentosis o recesión gingival: sobre la misma influyen la higiene personal y factores familiares.

En relación con *la aparición de cemento*, debemos indicar que puede variar en función de un trauma oclusal.

Y por último, *la reabsorción de la raíz* se puede alterar por procesos como abscesos o flemones.

El único factor que por sí solo, se podría relacionar con la edad sin la sumatoria de los demás factores, sería la *transparencia de la raíz*, por estar menos afectado por las influencias externas (19), sin embargo, se ha puesto de manifiesto la posible alteración de la transparencia por otros factores independientes de la edad. Aunque se ha confirmado la buena relación transparencia apical-edad, hay que tener en cuenta el factor racial para valorar dicho parámetro, incluso utilizando microscopia electrónica de barrido se podrían obtener resultados muy exactos como nos indican Chomette y col. (1986). Otros autores como Lorentsen y Solheim (1989) o Lamendin, estudian con mayor detalle la transparencia de la raíz (1).

Song y col. (1991) proponen como método el estudio de la abrasión de los molares (1).

Clemencon, en 1957, cuestiona la fiabilidad de los índices marcados por Gustafson, y añade la medida de los túbulos dentinarios, como factor para el estudio de la edad (1).

Altini y Flaming, utilizan el microscopio electrónico, aplican técnicas de medición al área de los túbulos de la dentina y lo ponen en relación con la edad (26).

Traub, Altini y Hille (1988) estudian el tamaño de los túbulos dentinales de las raíces. El diámetro de los túbulos no resulta un buen índice pues tiene gran variabilidad intrapersonal incluso dentro del mismo diente (27).

Lamendin, concluye que no existen variaciones constantes entre las modificaciones de los canalículos y la edad, pero que es un buen método complementario de control que no se debe olvidar al establecer la edad (1).

Pilz, demuestra que con la edad se produce una disminución del número de odontoblastos y hay una atrofia de las células de la pulpa. También se modifica la sustancia fundamental con un aumento de colágeno y una disminución de reticulina (1).

Nabaldian, estudiando el fenómeno de transparencia con microscopia electrónica, descubre depósitos minerales densos (apatita) en las zonas de transparencias de las raíces antiguas, relacionándolo con la esclerosis de la raíz.

Observándose la misma transparencia en piezas de forma simétrica y bilateral, en piezas de la misma boca, esta esclerosis de la raíz es fisiológica y menos modificada por otras patologías.

Tiene el inconveniente de que antes de los 30 años no hay transparencia, que se necesitan cortes de 0,5 mm, y que en los límites entre la zona transparente y la que no es, no es precisa, haciéndolo poco a poco, siendo difícil de valorar dando límites altos, para luego puntuar y poder ver la verdad correspondiente.

Dalitz, ha intentado **c***orrelacionar la edad con la dureza de la dentina*, y Foster *con la mineralización* sin resultados positivos (24).

Johanson (1971) ha obtenido líneas de regresión independientes para cada uno de los citados procesos, comprobando que no todos tienen el mismo valor y que se pueden mejorar los resultados dejando un error de 1 a 2 años (28).

Posteriormente la técnica de Gustafson ha sido ligeramente modificada por Maples y Rice llegando a precisiones mayores (29).

Biedow introduce como factor de estudio para el diagnóstico de edad *la coloración dental* y es Simpson, en 1981, quien nos indica cómo a partir de los 45 años aparece un color amarillento en los dientes por impregnación de sustancias colorantes en las fisuras lineales en la cara labial de los dientes y en especial en los incisivos centrales (30).

Bang y Ramm, estudian la transparencia de la raíz y establecen un coeficiente de regresión con la edad y elaboran unas tablas, tanto en dientes seccionados como no (31).

Moore utiliza *el radio de la cámara pulpar* para el cálculo del diámetro de la corona (32).

Schwartz utiliza la cavidad pulpar y la transparencia de la raíz, para determinar la edad, practicando radiografías y fotografías, sin efectuar cortes (33).

Shiro Ito ha investigado el *índice diente-corona de la cavidad pulpar*, la dentina de la corona y el esmalte a partir de la sección ventral, hecho a nivel de la corona anatómica labiolingual, la relación se hace sobre dientes permanentes (34).

La fórmula que se utiliza es:

$$\textit{I. Diente-Corona:}\ \frac{\text{Zona de esmalte+zona de cavidad pulpar-corona}}{\text{Zona del marfil coronal}}\ \text{x } 100$$

El índice diente-corona y la edad están en relación inversa. Hay una tendencia a que ese índice disminuya mientras que la edad aumenta.

También existe una relación entre los distintos grupos de dientes incisivos y caninos y premolares y molares.

Krause y Wenzel (1980) estiman la edad midiendo el diente por fuera y por dentro (cavidad pulpar) a través de *radiografías después de vaciar tal cavidad* (1).

Wegener y Alberecht (1980) (1) siguiendo el método usado por Bang y Ramm (31) a través del estudio de la transparencia de la dentina del diente llegan a una fórmula y = 32,8 + 4,5X- + 15,3 y con un coeficiente de correlación de r = -+ 0,67, llegan a conocer la edad, según un trabajo realizado por ellos con 601 dientes de 50 personas.

Metzger en 1980, incorpora al método clásico, la radiografía y la fotografía (35).

Code y Reimann en 1985, vuelven a incidir en la importancia que tiene la transparencia de la raíz, en el diagnóstico de edad (1).

Lisinic estudia *el incremento del cemento*, con microscopia, observando las líneas de cemento y relacionándolas con la edad (36).

Helferman y Bada, valoran la edad, en relación a *la racemización del ácido aspártico del esmalte* (37) y Ohtani y Yamamoto se basan en *la racemización de aminoácidos de la dentina y el esmalte* del diente (38). El ácido aspártico es el aminoácido que más rápidamente se racemiza: de ahí su interés.

Szabuniewicz en 1980 y Ogino en 1985, estudiando la racemización del ácido aspártico de la dentina, llegan a un diagnóstico de edad con un error de ± 4 años (1, 39).

Ten Cate, practicando estudios histológicos, relaciona la edad con *los cambios de color de la dentina radicular* (40).

Stott (1982), estudia la aposición del cemento, histológicamente, fijándolo este con formol y glicerina roja al 1% (1).

Hescshkel valora *la densidad específica del diente,* con un picnómetro, no encontrando una relación con la edad del individuo (41).

Dufkova y Branik (42), basándose en el trabajo anterior, utilizan el picnómetro y *la flotabilidad del diente,* para el estudio de la densidad dental, e indican que el primer método sirve para el estudio de la edad dental y sobre todo si son dientes calcinados, como ha comprobado Dufkova, en un trabajo realizado en 1984 (43).

Takey valora *la atrición dental* (44) y Pilz, nos dice que con el aumento del número de años, se produce *una disminución de los odontoblastos* y se observa una atrofia de las células de la pulpa dental.

Sogmnaes, en 1985, utiliza el análisis de imágenes, para valorar *la esclerosis de la raíz del diente,* es decir la transparencia de la raíz y su destrucción, basándose en ilustraciones gráficas (45).

Well, Landru y Fortier, nos indican cómo a veces, en las catástrofes, pueden provocarse destrucciones traumáticas de los tejidos dentarios y que puede ser necesario comparar fragmentos de la corona con fines de identificación, y de forma específica, la edad del individuo. Para ello se basan en las diferentes características que presentan los dientes temporales respecto a los permanentes, y de forma más específica *el espesor del esmalte, siendo más reducido en los temporales que en los permanentes* (1).

Abbott en 1980, considera que los prismas son más finos en los dientes deciduales, y Peiswerk (1985) los encuentra más espesos (1).

También parece existir una relación entre cantidad de ADN mitocondrial que permanece en la dentina y la edad. Se ha observado una disminución progresiva con la edad (Mörnstad, 1999) (1).

Diagnóstico de individualidad

Dejando de lado las características de cada diente, que en algunos casos deben de suministrar valiosos elementos identificadores, el mayor interés desde este punto de vista lo tiene la totalidad de la dentadura, ya que la individualidad es tan extrema en los distintos individuos, que incluso se ha dicho «No hay dos bocas iguales».

En general se requiere un número suficiente de coincidencias, para identificar a una persona, este número varía (6 a 8 puntos), y también peculiaridades de los hallazgos encontrados (puentes fundas, dientes artificiales); si se observa uno o varios puntos discordantes excluirían a una persona.

Existen por cada individuo un conjunto de particularidades espontáneas o adquiridas que confieren a su dentadura una personalidad cierta.

A continuación estudiaremos algunas particularidades:

a) Caracteres anatómicos

Pueden ser adquiridos por ciertos hábitos: masticar, tipo de alimentación, fumar.

Éstos pueden ser de:

- número: más o menos de lo normal.
- forma (dientes cuadrados, triangulares, rectangulares, ovoides, etc.): pueden tener un origen congénito o adquirido, además puede existir fusión o sinodoncia, germinación, concrescencia, dehiscencia, diente invaginado, taurodontismo, raíces supernumerarias y perlas de esmalte.

- volumen o tamaño: microdoncia y macrodoncia y estas pueden ser generalizada verdadera, generalizada relativa y localizada.
- disposición: malrotaciones, malposiciones, apiñamientos y diastemas (distancia entre dientes).

b) Estigmas patológicos

1) Traumáticos

Fracturas de dientes en caídas y desgastes.

2) Adquiridos

Como son las caries dentales, vestigios de infecciones, intoxicaciones (son distrofias localizadas en el esmalte, dentina o en las dos) erosiones, etc.; suelen ser simétricos y en dientes homólogos.

3) Genéticos

- Son hereditarios, de transmisión dominante como es el estado rudimentario de los caninos.
- los dientes en tonel o de Hutchinson (que aparecen en la sífilis).
- las hipoplasias dentarias: se trata de la detención de la formación del esmalte, observándose uno o más surcos visibles en las caras vestibulares e interproximal en caninos y molares.

c) Caracteres protésicos o tratamientos odontológicos

Pueden ser debidos a:

1. Obturaciones con amalgamas, cementos o resinas.
2. Restauraciones mediante cofias, tanto parciales o completas en metal, porcelana o resinas.
3. Aparatos móviles en metal, porcelana, resina, necesitando dientes de apoyo y se ven las marcas, pudiendo identificarse por éstas o por los propios aparatos.

   En relación a estas particularidades mirar el aparato de identificación a través de las prótesis dentarias.

d) Estigmas profesionales

Son los siguientes:

- *De orden mecánico:* Se produce pérdida de sustancia por traumatismos ligeros que son repetidos durante años.

  Como aparece en los sopladores de vidrios, en los músicos de instrumentos de aire, en los tapiceros con los clavos, por tener-

los entre los dientes, igualmente en costureras, sastres, cordoneros.

- *De orden químico:* Se observan por incrustaciones de sustancias, de hierro, aparecen manchas marrones, con el cobre manchas verdes, con el cinc de color negro y el cadmio de color amarillo. Por destrucción de los tejidos dentales, por acción de vapores corrosivos (vapores nitrosos, sulfurosos y sulfúricos).

  El fósforo produce necrosis dentaria y el flúor, manchas, otras veces caries como en los trabajadores del azúcar, la sal y la harina.

e) Particularidades terapéuticas

Son manchas dejadas por tratamientos de compuestos que llevan plata, mercurio y bismuto y son parecidas a los estigmas profesionales.

f) Particularidades culturales

Pueden consistir en mutilaciones o en ornamentaciones o a veces las dos juntas; son características y específicas de ciertos grupos étnicos.

Las mutilaciones son debidas a fracturas como ocurre con los negros del medio Volta y Congo, arrancamientos, observados en australianos y polinesios o limados como se aprecia en los naturales de Malasia e Indonesia, o abrasiones.

Las ornamentaciones pueden ser incrustaciones, en Dayaks o en indios americanos, lacados como los vistos en los Amanitas, Thais y Mois.

Suelen ser debidos a ciertas prácticas religiosas (Australia), tradiciones (Vietnam) de tipo político (Bali y Japón) o siñaléticos (Polinesia).

g) Caracteres antigénicos

Furuhata y Takata demuestran cómo las sustancias de los grupos sanguíneos, se encuentran en muestras combinadas de dentina y cemento, y el esmalte da reacciones débiles con la prueba de la elución (1).

Korszun y col. observan la termoestabilidad de los antígenos del grupo sanguíneo ABO, en la pulpa dental humana y es estimada matemáticamente (1).

A partir de los trabajos de Petersen y Heide, actualizados por Suyama e Imai, identifican los grupos sanguíneos ABO en cemento, dentina y pulpa dental, así como la existencia de marcadores genéticos enzimáticos, como la fosfoglucomutasa, 6-fosfogluconatodehidrogenasa, adenosindesaminasa, adenilkinasa, y glutamatopirubatotrasaminasa (1).

Ganguli (1984), igualmente utilizando tejido dental, determina los grupos sanguíneos de los individuos.

A partir del año 50 diversos autores han afrontado el estudio de marcadores genéticos en la pulpa dentaria y en la dentina, siendo esto importante para la identificación individual; así el sistema ABO, Benciolini y Marin en 1964, Mucai, Takei y Mukoyama en 1975 y Crainic y col. en 1981. Turowska y Trela en 1977, identifican gran número de marcadores genéticos enzimáticos, Henke y col. detectan los sistemas Gm y Km. Umani Ronchi y Vecchiotti en 1982 la PGM1 y esta misma en la pulpa dentaria es identificada y estudiados sus distintos fenotipos por Ferretti y col. en 1985 (1).

Tacata (1973) ha demostrado cómo la pulpa dentaria presenta los mismos grupos ABO que la dentina (1).

Haertig y col., utilizando el estudio de la pulpa dentaria para la identificación individual a través de los antígenos ABO con la técnica de absorción-elución, llegan a resultados positivos en un 85% de los casos con cantidades de 20 a 100 mg de polvo fino dental, además nos indican cómo las pulpas de los dientes cariados o mortificados abiertos no deben utilizarse para estos estudios, igualmente refieren que los resultados más concordantes utilizando pulpa dentaria son los que se encuentran en conservación húmeda en el 80%, formolados en el 60% y secos en el 50% (46).

h) DNA e identificación dental individual

La identificación a través del ADN dental de un individuo tiene su importancia cuando nos encontramos con cadáveres degradados o restos cadavéricos; en estos casos, se deben recoger de tres a cuatro dientes y siempre que se pueda deben ser los molares; para la práctica de este estudio se utilizará la pulpa de los mismos, donde se encuentran células con un ADN de alta calidad; si la degradación del cadáver fuera importante se tomará el mayor número posible de dientes. Previamente a la realización de este estudio se habrán realizado los estudios antropológico y odontológico necesarios, para llegar a los diagnósticos anteriores.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hinojal Fonseca R. Manual de Medicina Legal, Toxicología y Psiquiatría Forense. 2 Tomos. Oviedo. Sociedad Asturiana de Estudios y Formación Interdisciplinar en Salud. 1997.
2. Keiser-Nielsen S. Digitalization of dental recording. Forensic Sci Int 1982, 20: 153-161.

3. GUSTAFSON G. Forensic Odontology. London. Staples Press. 1966.
4. GUSTAFSON G, KOCH G. Age estimation up to 16 years based on dental development. Odontologisk Revy 1974, 25: 297-306.
5. CORREA RAMÍREZ AI. Estomatología Forense. Mexico. Editorial Trillas. 1990.
6. WHITTAKER DK, BAKRI MM. Racial Variations in The Extent of Tooth Root Translucency in Ageing individuals. Arch Oral Biology 1996, 41, 1: 15-19.
7. KROGMAN WM, ISCAN MY. The Human Skeleton in Forensic Medicine. 2ª Ed. Springfield. Charles, C. Thomas Publisher. 1986.
8. FIGÓN ME, GARINO RR. Anatomía Odontológica funcional y aplicada. 2ª Ed. Buenos Aires. El Ateneo. 1988.
9. AMOEDO O. L'art dentaire en Medicine Legale. Paris. Ed. Masson. 1898.
10. AITCHINSON J. Some racial differences in human skulls and jaws. Br Dent 1964, 116: 25.
11. NAGESHKUMAR G y Col. Mandibular canine index: a clue for establishing sex identity. For Sci Int 1989, 42: 254-259.
12. VARGAS ALVARADO E. Medicina Forense y Deontología Médica. Ciencias Forenses para médicos y abogados. Mexico. Ed. Trillas. 1991.
13. AKANE A. y col. Sex identification of forensic specimens by polymerase chain reaction(PCR): Two alternative methods. For Sci Int 1991, 49: 81-88.
14. SLAVKIN HC. Sex, Enamed and Forensic Dentistry: A Search for Identity JADA 1997, 128: 1021-1025.
15. DEROBERT L. Medicine Légale, Paris. Ed. Flammarion. 1974.
16. RICARDO IP. La evolución del sistema dentario, su valor en odontología legal. Anales Españoles de Odontoestomatología 1949, 8(9): 798-811.
17. NOSSINTCHOUK RM. Manuel d'Odontologie Médico-Légale. Paris. Masson. 1991.
18. LONGAN WHG, KRONFELD R. Development of the human jaws and surrounding structures from birth to tha ge of 15 years. J Am Dent Assoc 1933, 20: 379-427.
19. CLEMENT JG. Craniofacial identification in forensic medicine. London. Arnold. 1998.
20. SCHOUR I, Massler M. Studies in tooth development. The growth pattern of human teeth. J Am Dent Assoc 1940, 27: 1918-1931.
21. MILES AEW. Dentition in the estimation of age. J Dent Res 1963, 42: 255-263.
22. LOWREY GH. Growth and development in children. 8ª Ed. Chicago: Year Book Medical, 1986.
23. GUSTAFSON G. Age determination on teeth. Jounal of the American Dental Association 1950, 41: 45-54 .
24. DALITZ GD. Age determination of adult human remains by teeth examination. J Forensic Sci Soc 1962, 3: 11-21 .
26. ALTINI M, FLEMING D. A comparison of two methods of tooth preparation in a scanning electron microscopy study of transparent root dentine. J For Odonto-Stomatol 1983, 1(2): 85-91.

27. TRAUB HR, ALTINI R, HILLE JJ. A comparison of radicular dentinal tubule size in two different age groups. J For Odonto-Stomatol 1988, 6(2): 43-45.

28. JOHANSON G. Age determination from human teeth. Odontol Revy 1971, 22: 40-126.

29. MAPLES WR, RICE PM. Some dificulties in the Gustafson Dental Age Estimations. Journal of Forensic Sciences 1978, 168-172.

30. BIEDOW J. A modified method of age determination on teeth. Third International Meeting in Forensic Inmunology Medicine, Pathology and Toxicology. London Sesión Plenaria IIA, 1963.

31. BANG G, RAMM E. Determination of in humans from tooth dentin transparency. Acta Odontol Scand 1970, 28: 3-35.

32. MOORE GE. Age changes ocurring in the teeth. J Forensic Soc 1970, 10: 1979-1980.

33. SCHWARZ HR y col. A rational method of age determination by teeth. Beitr Gerichtl Med 1979, 38: 289-291.

34. SHIRO-ITO. Age estimation based on tooth crown. Int J Forensic Dentistry 1975, 3: 9-14.

35. METZGER Z y col. Gustafsonfs Method for Age Determination from teeth. A modification for the use of Dentists in identification teams. Journal of Forensic Sciencies 1980, 4: 742-749.

36. LIPSINIC FE. y col. Correlation of age and Incremental Lines in the Cementun of Human Teeth. Journal of Forensic Sciences 1986, 31(3): 982-989.

37. HELFEMAN PM, BADA JL. Aspartic acid racemization in tooth enamel fron living. Humans Proc Nath Acad Sci USA 1975, 72: 2891-2894.

38. OHTANI S, YAMAMOTO, K. Age estimation using the racemization of amino acid in human dentin. J For Sci 1991, 36: 792-800.

39. OGINO T y col. Application of aspartic acid racemization to forensic odontology: post morten designation of age at death. Forensic Sci Int 1985, 29: 259-267.

40. TEN CATE AR y col. Histología oral, 2ª Ed. Buenos Aires. Panamericana. 1986.

41. HEUSCHKEL HI y col. Determining the overal density of permanent human teeth and its relation to the carrier's age. Zahn Mund Kiegerheilkd 1979, 67 (6): 583-590.

42. DUFKOVA J, BRANIK E. Comparative studies on the density of teeth from the viewpoint of forensic medicine. Beitr Gerichtl Med 1982, 41: 377-382.

43. DUFKOVA J. Contribution to identification of cadaver, skleetal parts with reference to burn cadaver. I: conclusive position on the density of teeth an posibility for age determination. II: Identification by bone structures- comparison-using roentgen images. Bertr Gerichtl Med 1984, 43: 233-48.

44. TAKEI T. Age Estimation fron Dental Atriction and State of Dental Treatment by aplication of the theory of quantification Type I. J Nihon Univ Sch Dent 1984, 26 (2): 119-132.

45. SOGNNAES RF y col. Biomedical image processing for age measurements of inteet teeth. J Forensic Sci 1985, 30 (4): 1082-1089.

46. HAERTIG A y col. Agedentaire. La methode de Gustafson est-elle d'actualité? Acta Med Leg Soc(Liege) 1983, 33 (1): 1031-1032.

Ciencia Forense, 7/2005: 69-90

ESTIMACIÓN DE LA EDAD A TRAVÉS DEL ESTUDIO DENTARIO

STELLA MARTÍN DE LAS HERAS*

Resumen: La estimación de la edad de un sujeto forma parte del complejo proceso de identificación humana, siendo una práctica habitual dentro del campo de las Ciencias Forenses. El estudio de los dientes constituye una herramienta de gran valor en la resolución de estos casos. En este trabajo se pretende abordar el tema de la estimación de la edad dental con un enfoque práctico, para ello se describen los métodos que se utilizan en la actualidad para el cálculo de la edad según las diferentes situaciones prácticas forenses. Se analizan los errores y limitaciones de dichos métodos para, por último, dar unas pinceladas sobre las líneas de investigación que se están realizando sobre el tema.

Palabras claves: Odontología forense. Edad dental. Envejecimiento.

Abstract: Establishing the chronological age of an individual is a recurrent problem in Forensic Sciences. Studies of teeth have been proposed as a diagnostic tool in estimating the age of unknown people. In this paper, estimation of dental age is analyzed from a practical point of view and, therefore, dental methods for age calculation are described according to different forensic practical cases. Errors and limitations of dental methods for age estimation are analyzed and, finally, new researches on this field are mentioned.

Key words: Forensic dentistry. Dental age. Aging.

* Profesora Titular de Medicina Legal y Forense. Departamento de Medicina Legal y Forense. Universidad de Granada. e-mail: stella@ugr.es.

INTRODUCCIÓN

La estimación de la edad cronológica forma parte del intrincado proceso de identificación de un sujeto y, por tanto, constituye una práctica pericial forense habitual que engloba la investigación médico-legal tanto de sujetos vivos, como cadáveres recientes y restos esqueletizados. Las razones por las que es necesario identificar a una persona pueden ser de índole legal, cultural o religioso.

Desde el punto de vista legal, en materia civil nuestro ordenamiento jurídico vigila como cuestión de orden público la *identidad de la persona*, siendo un requisito necesario para ciertos actos, como la transmisión de derechos (art. 685 Código Civil). La identificación del cadáver es un requisito previo para proceder a la certificación de la muerte de un sujeto y la correspondiente inscripción de su fallecimiento en el Registro Civil (art. 274 de la Ley del Reg. Civil). Si esta última no se puede realizar, tampoco se podrán inhumar los restos y, lo que aún trae consigo mayor problemática de índole jurídica, es que los familiares de la persona presuntamente fallecida no pueden ser objeto de derechos u obligaciones tanto desde el punto de vista civil como penal.

En materia penal se establece que cuando se originen dudas sobre la *identidad del procesado,* nuestro Derecho positivo procurará acreditar ésta por cuantos medios sean conducentes al objeto (arts. 373, 374 y 375 de la Ley de Enjuiciamiento Criminal). En cuanto a la identificación del cadáver se establece que en caso de muerte sospechosa de criminalidad, antes de proceder a la inhumación o inmediatamente después de su exhumación se identificará al cadáver (arts. 340 al 343 de la Ley de Enjuiciamiento Criminal).

La situación en la que con más frecuencia se plantea la determinación de la edad en el ejercicio pericial forense es la de los menores indocumentados. La inmigración en nuestro país es un fenómeno reciente y creciente. Los inmigrantes indocumentados deben ser adecuadamente identificados para garantizar el ejercicio de sus derechos y obligaciones en el país de acogida. Si se trata de inmigrantes indocumentados en minoría de edad legal, será necesario acreditar documentalmente su edad cronológica, y en caso de que no pueda ser así, se ha de proceder a la estimación de la edad biológica de los sujetos como base de la edad cronológica. La determinación de la edad biológica en los menores indocumentados puede tener repercusión en dos aspectos completamente diferentes.

Desde el punto de vista administrativo, los menores de 18 años inmigrantes indocumentados pueden ser sometidos a tutela a cargo de las autoridades. En el ámbito penal, la determinación de la edad es fundamental cuando el menor indocumentado ha cometido un delito. La Constitución Española de 1978, en su artículo 12 establece la mayoría de edad legal en 18 años de edad. En relación a la mayoría de edad penal, el artícu-

lo 19 del vigente Código Penal, aprobado por la Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre, fija efectivamente la mayoría de edad penal en los dieciocho años y exige la regulación expresa de la responsabilidad penal de los menores de dicha edad en una Ley independiente: la Ley Orgánica 5/2000, de 12 de enero, vino a regular la responsabilidad penal de los menores. Sin embargo, la edad límite de dieciocho años, establecida por el Código Penal para referirse a la responsabilidad penal de los menores, se vio flanqueada por otros dos límites máximo y mínimo de edad. El límite mínimo a partir del cual comienza la posibilidad de exigir una responsabilidad se ha concretado en los catorce años (cfr. art. 1, apartado 1, Ley del menor), con base en la convicción de que las infracciones cometidas por los niños menores de esta edad son en general irrelevantes y que, en los escasos supuestos en que aquéllas pueden producir alarma social, son suficientes para darles una respuesta igualmente adecuada en los ámbitos familiares y asistenciales civiles, sin necesidad de la intervención del aparato judicial sancionador del Estado.

El límite máximo será de 21 años (cfr. art. 1, apartado 2, Ley del menor): «También se aplicará lo dispuesto en la Ley para los menores a las personas mayores de dieciocho años y menores de veintiuno, en los términos establecidos en el artículo 4 de la misma». El art. 4º se refiere al régimen de los mayores de dieciocho años: «De conformidad con lo establecido en el artículo 69 de la Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre, del Código Penal, la presente Ley se aplicará a las personas mayores de dieciocho años y menores de veintiuno imputadas en la comisión de hechos delictivos, cuando el Juez de Instrucción competente, oídos el Ministerio Fiscal, el letrado del imputado y el equipo técnico a que se refiere el artículo 27 de esta Ley, así lo declare expresamente mediante auto».

Las implicaciones que conlleva, por tanto, la estimación de la edad en los menores indocumentados, nos obligan a ser muy cautos en su determinación, aplicando los métodos que tenemos a nuestro alcance, los de mayor precisión, conociendo sus limitaciones y posibles errores para poder transmitirlo en su conjunto al juez correspondiente.

I. RELEVANCIA DE LOS DIENTES EN EL CÁLCULO DE LA EDAD

La estimación de la edad de un individuo se basa en la determinación y cuantificación de los eventos que ocurren durante los procesos de crecimiento y desarrollo, ya que, generalmente, presentan una secuencia constante. Esta es una de las razones de por qué el diente supone una herramienta imprescindible en el cálculo de la edad: el desarrollo y formación de las piezas dentarias se produce de manera constante y paulatina a lo largo de un periodo de tiempo, que abarca desde la etapa fetal hasta iniciada la segunda década de la vida. La edad dental es el proceso más constante, mantenido, y universal incluso entre poblaciones de distinto origen

étnico, aunque puede haber diferencias dependiendo de aspectos nutricionales (composición y tipo de alimentos, carencias nutricionales, etc.), hábitos higiénicos o diferencias climáticas.

Pero, además, una vez formada la pieza dentaria, ésta sufre una serie de cambios degenerativos que nos permiten estimar la edad en sujetos adultos. Esta premisa se complementa con otra y es que el tejido dentario, especialmente la dentina, está muy aislada del entorno y es muy estable, no sufriendo grandes cambios relacionados con estímulos externos (los procesos de formación y reabsorción de la dentina son muy bajos en relación al hueso).

Como última característica destacar que debido al alto contenido mineral de los dientes, estos son muy resistentes a los agentes físicos como el calor, químicos y, por supuesto, a la putrefacción, lo que permite su utilización en cadáveres recientes mal conservados y en restos esqueletizados.

Cuando realizamos una prueba pericial de estimación de la edad cronológica de un sujeto, no hay que olvidar que estamos cuantificando o valorando el desarrollo o maduración de un individuo, o sus cambios degenerativos y, por tanto, determinamos la edad biológica del sujeto, que estará siempre comprendida entre un intervalo de tiempo que será más o menos preciso, dependiendo de la etapa de la vida que estemos analizando y del método empleado. La edad cronológica del sujeto estará incluida, en la mejor de las situaciones, en ese intervalo de edad.

El abordaje para la estimación de la edad en la práctica pericial forense será completamente diferente si se trata de un sujeto que no ha finalizado el grado de desarrollo de sus piezas dentarias, es decir, sujetos que tendrán una edad cronológica por debajo de la segunda década de la vida, o si se trata de sujetos que ya han finalizado su grado de desarrollo dentario (1). En el primer supuesto, los métodos van a ser más sencillos, precisos y con menos margen de error. Otro aspecto a tener en cuenta a la hora de determinar la edad dental de un sujeto es la disponibilidad o no de la pieza dentaria, es decir, si el cálculo de la edad versa sobre un cadáver o sobre un sujeto vivo. La diferente metodología de investigación empleada para cada una de estas situaciones se describen a continuación.

II. ESTIMACIÓN DE LA EDAD EN SUJETOS VIVOS O CADÁVERES QUE NO HAN FINALIZADO EL DESARROLLO DENTARIO

Durante las dos primeras décadas de la vida, la dentición de los sujetos se encuentra sujeta a un periodo de formación, desarrollo y erupción. Esta característica nos posibilita, por tanto, conocer la edad cronológica en estos sujetos al estudiar el estadio de erupción dentaria y el grado de mineralización de los dientes.

La determinación del estado de *erupción dental* por inspección ha sido el primer método de estimación de la edad dental. El primer trabajo conocido al respecto corresponde al Dr. Edwin Saunders, el cual, publicó un panfleto titulado «The Teeth a Test of Age, considered with referente to Factory Children». Esta iniciativa surgió como demanda al cumplimiento del Acta de Regulación de las Fábricas Inglesas de 1833 en el que se limitó la contratación de niños a mayores de 9 años. Hasta el momento, la única manera de estimar la edad se basaba en la apariencia física de los mismos, sin embargo, el Dr. Saunders propuso estudiar el estadio de erupción de los dientes como criterio para decidir si los niños tenían la suficiente edad para trabajar en las fábricas y minas inglesas.

Durante mucho tiempo, se ha utilizado este método para la determinación de la edad de menores, sobre todo, por su sencillez, su nulo coste y su inmediatez. Sin embargo, tenemos que tener en cuenta que la erupción dentaria se modifica no sólo debido a la variabilidad interindividuo y poblacional, sino también por factores generales, como patologías de origen sistémico, y factores locales, como la pérdida prematura de los dientes temporales que acelera la erupción de sus repuestos permanentes.

Es por todo esto que, el estudio de la erupción dentaria, puede considerarse tan sólo una herramienta de aproximación a la estimación de la edad. Sin embargo, *el grado de mineralización dentaria* constituye un método de inestimable ayuda al ser la maduración dentaria un proceso uniforme, progresivo, y secuenciado que permite la estimación de la edad. Este proceso comienza por la corona, continúa por la raíz y termina con el estrechamiento y cierre del ápice radicular.

Aunque existen múltiples métodos diseñados en diferentes poblaciones, el procedimiento siempre es el mismo: correlacionar diferentes estadios de maduración o mineralización dentarias observados radiográficamente con esquemas o diagramas estandarizados de maduración obtenidos de una población de edad cronológica conocida. Esta sistemática en la que para estimar la edad implica sólo la realización de una radiografía oral permite su utilización tanto en sujetos vivos como en cadáveres.

La estimación de la edad dental se puede establecer desde la época fetal conociendo el grado de mineralización de los gérmenes dentarios por el estudio radiográfico mandibular y maxilar del feto. En la 16 semana de vida intrauterina, se inicia la mineralización de los incisivos temporales; y en la 26 semana de vida intrauterina los incisivos están en avanzado estado de mineralización; el primer molar temporal presenta la línea de mineralización y el segundo molar tiene una sola cúspide mineralizada. A las 30 semanas se ha terminado la mineralización de las cúspides de los dientes anteriores, se ha producido la fusión de las cúspides del primer molar temporal, y se ha iniciado la mineralización de todas las cúspides del segundo molar temporal (Figura 1).

Para conocer el grado de mineralización de cada pieza dentaria, después del nacimiento y hasta la segunda década de la vida, es imprescindible realizar radiografías orales: intraorales de cada pieza o panorámicas del tipo de la ortopantomografía. El proceso se basa en el estudio comparativo de la radiografía y los esquemas estandarizados que se han obtenido de poblaciones de edades y sexo conocidas (2-7).

En 1960, *Nolla* (3) propuso un método en el que clasificaba el desarrollo dentario de la dentición permanente en 10 estadios de calcificación, para lo que realizó un estudio de tipo longitudinal en una población de niños de Michigan. El método de Nolla es uno de los más utilizados en la práctica clínica odontológica infantil y ortodóntica. Fue diseñado originalmente para estudiar el desarrollo de la dentición permanente y así evaluar los posibles trastornos de crecimiento, pero no como un método de estimación de la edad. Al igual que ocurre con el estudio de los centros de osificación de la muñeca, se invirtió la función para la que estaban diseñados estos métodos. De hecho, los estadios de mineralización de Nolla se han utilizado para el cálculo de la edad en poblaciones de diverso origen, entre ellas la española (8).

El método más utilizado actualmente es el desarrollado por *Demirjian, Goldstein, y Tanner* (5) que tenía como objetivo determinar la edad dental en una población de origen franco-canadiense, estudiando radiografías panorámicas de 1446 niños y 1842 niñas de edades comprendidas entre los 2 y 20 años. Entre sus hallazgos más importantes se encuentra que hay una interacción entre el sexo y el desarrollo dental, estando más adelantado en las niñas. En un trabajo inicial se estudiaron los 14 dientes mandibulares pero no se encontraron diferencias entre el lado derecho y el izquierdo por lo que en estudios posteriores solo se valoró el izquierdo. En 1980, Demirjian y Levesque (9) publican los resultados de su proyecto cuyo objetivo era la búsqueda de diferencias sexuales en los procesos de mineralización dentaria. Estudiaron una población amplia, también de origen franco-canadiense, 2.705 niñas y 2.732 niños que acudieron al centro de crecimiento humano de la Universidad de Montreal. El rango de edad fue de entre los 6 a los 19 años y se realizó un seguimiento durante 9 años; la conclusión principal es que aunque en la mayoría de los periodos las niñas van más adelantadas en la mineralización de sus piezas dentarias, las diferencias entre sexos no eran significativas.

El método original de Demirjian valora radiográficamente el grado de mineralización de los siete dientes de la hemiarcada mandibular izquierda. Establece 8 estadios de maduración para cada diente (de la A a la H), cada estadio se convierte en un valor numérico que al sumarlos nos da una cantidad que corresponde al grado de madurez para ese sujeto. Ese valor se intercala en unas gráficas que relacionan el grado de madurez con una edad cronológica para diferentes percentiles (Figura 2).

La gran difusión de este método ha hecho que se aplique en diversas poblaciones, encontrándose diferencias entre los diversos grupos étnicos, resultando el método en una sobrestimación o subestimación de la edad dental según los casos. Hagg y Matsso (10) encontraron una alta precisión en el método de Demirjian cuando se utiliza en niños pequeños. Nystrom y cols. (11) encontraron que estaba más avanzada la edad dental en los menores de Finlandia en comparación a los franco-canadienses. Davis y Hagg (12) concluyeron, en un estudio realizado en una población China, que el método de Demirjian no es aplicable por las diferencias étnicas. Staff, Mörnstad y Welander (13) estudiaron una muestra de niños escandinavos los cuales estaban retrasados 6 a 10 meses con respecto a la población estudiada por Demirjian.

Otro método de utilidad para la estimación de la edad en menores es el diseñado por *Haavikko* (6) en 1974. La metodología es la misma que la de Demirjian, sólo que desarrolla otros estadios de mineralización que funciona mejor en su población de origen, niños y niñas finlandeses de entre 2 y 13 años de edad.

Se han descrito otros métodos para estimación de la edad basados en las mismas premisas que los anteriores pero realizando las medidas de manera digitalizada sobre las piezas dentarias, para así, proporcionar ecuaciones de regresión para el cálculo de la edad (14-17). No obstante, la mayoría de los trabajos son de aplicación para poblaciones de niños/as y adultos jóvenes, no incluyendo en sus muestras sujetos de más de 16 años de edad, además las mejoras de estos métodos no son sustancialmente importantes con respecto a los métodos clásicos anteriormente descritos.

Aproximadamente entre los 14 años, en que se produce el cierre del ápice del segundo molar permanente, y los 20 años, el tercer molar es el único diente en desarrollo, por lo que la estimación de la edad dental se complica en este intervalo de edad de gran trascendencia legal. El tercer molar o cordal es una pieza dentaria que cada vez con más frecuencia se encuentra ausente en la boca (agenesia), y que exhibe una gran variabilidad en su proceso de mineralización entre sujetos (18) lo que dificulta su utilidad para el establecimiento preciso de la edad en este rango de edades (más de 16 y menos de 21) tan complejo e interesante desde el punto de vista forense.

Además, es la única pieza sobre la que no es posible la aplicación del método de Demirjian porque en dicho estudio no se incluyó la valoración del estadio de mineralización del tercer molar. Sin embargo, como los estadios de mineralización descritos por Demirjian son completos y de uso ampliamente aceptado por su simplicidad, es el esquema de mineralización recomendado por la mayoría de los autores para la estimación de la mineralización del tercer molar. Así, el método de *Mincer, Harris y Berryman* (19) se basa en la estimación de la edad dental por comparación del estado de desarrollo del cordal del sujeto objeto de estudio, con esquemas estandari-

zados, de acuerdo a Demirjian, de la mineralización del cordal (Figura 3). La utilidad de este método, propuesto por la ABFO (American Board of Forensic Odontology), es que ofrece además la posibilidad de conocer en términos de probabilidad si un individuo tiene al menos 18 años, de hecho, la observación de un estadio de mineralización H (mineralización completa de la pieza y cierre de los ápices de las raíces) tiene un alto valor predictivo de una edad mayor o igual a 18 años: de un 84,3 % al 92,2% en función del sexo y de la posición del tercer molar estudiado.

No obstante, su utilidad está limitada si se emplea para estimar la edad de un sujeto procedente de una población diferente a la de referencia del método. Y además, como ocurre con otros estudios poblacionales realizados sobre el tercer molar (20), no nos permiten asegurar con un grado de fiabilidad suficiente que un sujeto menor de 18 años no pueda ya presentar una mineralización completa de las piezas, ni que otro que tenga más de 18 aún no haya logrado el cierre completo de los ápices.

En los trabajos recientes de *Mesotten y cols.* (21); y *Gunst y cols.* (22) se correlacionaron los estadios de desarrollo mineral del tercer molar con la edad y se calcularon modelos de regresión múltiple, con la edad cronológica como variable independiente. La variable dependiente fueron los estadios de mineralización estimados de acuerdo a una modificación de los métodos originales de Gleiser y Hunt (23) y Kohler y cols. (24), a partir de ortopantomografías realizadas a sujetos caucasoides de ambos sexos de edades comprendidas entre los 16 y los 22 años de edad. Las fórmulas de regresión propuestas permiten estimar la edad cronológica con desviaciones estándar de 1.52 años para los hombres y 1.56 años para las mujeres, en aquellos casos en que los cuatro molares estaban presentes.

Hasta el momento presente existe una gran controversia sobre si los trabajos de mineralización del tercer molar pueden ser de aplicación a distintos grupos étnicos. Varios trabajos recientes se han ocupado del tema. Olze y cols. (25, 26) han publicado sobre las diferencias de la mineralización del tercer molar entre población alemana, japonesa y sudafricana. Las conclusiones fundamentales de sus trabajos son en el sentido de que han detectado diferencias entre las distintas poblaciones de estudio por grupos de edades de forma que, en algunas edades, una población presenta patrones de mineralización avanzados con relación a las otras, pero en otras edades ocurre al contrario. Por tanto, se recomienda emplear poblaciones de referencia adecuadas al caso concreto, judicial, policial o social.

III. ESTIMACIÓN DE LA EDAD DENTAL EN CADÁVERES DE SUJETOS ADULTOS

Una vez que se han formado y han erupcionado todas las piezas de la dentición permanente, criterios como la erupción y el grado de minerali-

zación de las piezas dentarias, no son válidos. Sin embargo, se producen cambios evidenciables en los tejidos dentarios y estructuras relacionadas que están producidos por el proceso normal de envejecimiento. De hecho, los cambios histológicos, morfológicos y bioquímicos que sufre el diente con el paso de los años se han ido imponiendo como métodos de indudable ayuda en la estimación de la edad cronológica del sujeto.

Por tanto, tras el desarrollo completo de la dentición, es decir, a partir de la segunda década de la vida, la edad dental se estima en base a los cambios que acontecen en la estructura dentaria con el paso de los años. Estos cambios son de tipo morfológico (macro y micro-histológico), y de tipo bioquímico. Una de las grandes desventajas de estos procedimientos es que, la mayoría de las veces, tenemos que disponer de la pieza dentaria para su estudio y, por tanto, su uso se limita a los cadáveres.

1. Cambios morfológicos dentales relacionados con el envejecimiento: su utilidad en la estimación de la edad

Los cambios morfológicos más estudiados son: la atrición dentaria o desgaste, cambio de color del diente, grado de recesión periodontal, formación de dentina secundaria, formación de dentina radicular, reabsorción de la raíz, aumento de la rugosidad de la superficie radicular, y aposición de cemento radicular (Figura 4).

La ***atrición dental*** es la pérdida de masa dentaria (esmalte y dentina) causada por la masticación y que produce facetas de desgaste en la superficie incisal u oclusal. A la hora de valorarla como indicador de edad, hay que tener en cuenta una serie de factores como el tipo de alimentación, patologías como el bruxismo, así como el tipo de oclusión y morfología dentaria. Estos factores pueden producir diferentes tipos de atrición, siendo esto una desventaja cuando se usa por sí sola como indicador de edad dental, debiéndose emplear en combinación con otros parámetros morfológicos (27).

Se sabe que el diente sufre *cambios en su color* relacionado con el envejecimiento. El cambio de color del esmalte se debe, por una parte, al aumento del contenido de nitrógeno y, por otra, al agrietamiento que sufre en la superficie. Sin embargo, este tejido está expuesto a diferentes factores externos que producen alteraciones en la coloración, lo que nos lleva a pensar que la estimación de la edad basada en el color del esmalte, ha sido puramente subjetiva. Los cambios de color que se producen en la dentina radicular, sí se han demostrado que están relacionados de manera intensa con el envejecimiento y constituye un método por sí solo en la estimación de la edad (28).

La *recesión periodontal* se produce por la destrucción de las fibras periodontales en su borde cervical, avanzando en dirección apical con la edad. En procesos inflamatorios, agudos o crónicos, como la enfermedad periodontal, la recesión es más marcada y no tiene que ver con

la edad del sujeto, lo que limita la utilización de este parámetro para el cálculo de la edad.

La *transparencia radicular* se debe al incremento de depósitos minerales en la dentina peritubular, lo que cambia el índice refractario de la dentina radicular. Comienza en la dentina más próxima al ápice y, se extiende hacia la corona con el paso de los años. Para observarla es necesaria una fuente de luz bajo la pieza dentaria. La transparencia radicular se considera uno de los factores más relacionado con la edad, siendo recomendado su uso como único indicador en el cálculo de la misma (29, 30).

La formación de *dentina secundaria* se produce gradualmente por los odontoblastos después de que el diente esté totalmente formado, reduciéndose así el tamaño de la cavidad pulpar. Se inicia en la región coronal de la pulpa donde el antagonista se enfrenta con la pieza dentaria durante la masticación. En la práctica, tanto la cuantificación de la dentina secundaria (31) como la reducción de la cavidad pulpar de manera indirecta (32), pueden ser usados como métodos para la estimación de la edad.

La *reabsorción de la raíz* y el aumento de la *rugosidad* de la superficie radicular han sido propuestos como otra modificación dentaria relacionada con el envejecimiento. Por sí sola, la reabsorción de la raíz presenta una baja correlación con la edad, por lo que es aconsejable que estos cambios se usen en combinación con otros cambios dentales (33).

La *aposición de cemento* se ha descrito que aumenta con la edad, de forma que la capa de cemento incrementa tres veces su tamaño entre los 16 y 76 años. En la mayoría de los mamíferos, incluido el ser humano, la aposición de cemento se hace por fases, siendo el resultado dos tipos de capas de diferente coloración y propiedades ópticas. Estrechas líneas teñidas de oscuro (líneas incrementales) están separadas unas de otras por anchas bandas de cemento. La distancia de una línea a la más próxima se ha interpretado como un indicador del aumento de la edad, y el recuento de las líneas incrementales ha sido usado como método para la estimación de la edad aunque con serias limitaciones (34, 35).

El estudio de estos cambios morfológicos que sufren los dientes con el paso de los años se ha aprovechado, desde el punto de vista forense, para proponer modelos predictores que permitan un cálculo, lo más aproximado posible, de la edad cronológica del sujeto.

En este sentido, en 1950 *Gustafson* (36) creó el primer método científico basado en el estudio de los cambios morfológicos en el diente seccionado. Los parámetros fueron cuantificados de 0 a 3, y obtuvo una fórmula: EDAD = 11.43 + 4.56x, donde *x* representa la suma de todos los cambios, y permite estimar la edad con un error de ±10 años en las mejores condiciones.

A este método le han seguido otros muchos, como el de *Bang y Ramm* (37), quienes estudiaron la longitud en milímetros de la transparencia

radicular en diente seccionado e intacto. Más tarde, *Johanson* (38), estudió los seis cambios estructurales relacionados con la edad y los cuantificó en siete grados. Aplicó un análisis estadístico de regresión múltiple y estableció una fórmula (EDAD = 11.02 + 5.14 A + 2.3 S + 4.14 P + 3.71 C + 5.57 R + 8.98 T) que permitió una mayor exactitud en el cálculo de la edad, con un error estándar de ±5.16 años para su propio ensayo y población.

Posteriormente, *Shiro-Ito* (39) plantea un método basado en el examen de la corona del diente, en donde mide la superficie de esmalte, de la dentina y de la cavidad pulpar coronal, reuniéndolos en un índice de corona.

Maples (40) mejora el análisis de regresión múltiple del método de Gustafson, opinando que se podían obtener resultados aceptables usando sólo dos variables, dentina secundaria y la transparencia radicular. *Lamendin* (41,42) obtuvo una fórmula significativa al analizar tres criterios: altura relativa de la transparencia radicular, altura relativa de la recesión periodontal y aposición de dentina secundaria.

En 1993, *Solheim* (43) propone un modelo de regresión para cada tipo de diente y sexo, usando los parámetros de mayor correlación con la edad, consiguiendo estimaciones de la edad muy precisas y más realistas que varían entre 7 y 10 años según el tipo de diente.

En los últimos años, se han ido proponiendo otros métodos que han incorporado nuevas tecnologías como la informática y el análisis automatizado de imágenes en aras de evitar la subjetividad que implica la participación del observador en estos procedimientos. En la Universidad de Granada, a partir de dientes seccionados hemos desarrollado un programa de análisis de imágenes específico para poder calcular de forma automática los parámetros morfológicos como la atrición dental, la disminución de la cavidad pulpar, la transparencia radicular y la formación de dentina secundaria y así, estimar la edad del sujeto con un error de ± 8 años (44, 45) (Figura 5).

Una de las variables de peso que interviene en la mayoría de los modelos de regresión para la estimación de la edad es el color dentinario. Clásicamente, se determinaba de manera subjetiva comparándolo con una guía de colores diseñada para la práctica clínica. Recientemente, en la Universidad de Granada hemos propuesto un nuevo método para medir el color dentinario: la espectroradiometría (28). Esta técnica permite la medición de las coordenadas cromáticas de la dentina de las piezas dentarias de forma objetiva. Los resultados demostraron que la determinación de las coordenadas de cromaticidad, y los índices de blancura y amarilleamiento de la dentina radicular, constituyen un método fiable y preciso que, por sí sólo, nos permite el cálculo de la edad (Figura 6).

2. Cambios histológicos dentales relacionados con el envejecimiento: su utilidad en la estimación de la edad.

Se han descrito cambios histológicos que sufre el diente con el paso de los años. En el esmalte se produce una disminución de la permeabilidad y un aumento del depósito de nitrógeno. En el complejo dentino-pulpar también se detectan cambios histológicos, de hecho, en la pulpa tiene lugar una disminución de los elementos celulares, especialmente de los fibrocitos, así como un aumento en la cantidad de las fibras de colágeno con el paso de los años, produciéndose también una calcificación intrapulpar. Se describe, además, una formación acelerada de dentina y un aumento de la calcificación de la dentina primaria. Este aumento de la calcificación, más evidente en la dentina peritubular, se traduce en un estrechamiento e incluso obliteración de los túbulos dentinarios con el envejecimiento. Sin embargo, las investigaciones existentes hasta el momento no han encontrado una relación estadísticamente significativa entre estas variables y la edad cronológica, lo que limita su uso como método para la estimación de la edad.

3. Cambios bioquímicos dentales relacionados con el envejecimiento: su utilidad en la estimación de la edad.

En las últimas dos décadas, las investigaciones se han orientado hacia el estudio de los cambios que ocurren en los componentes bioquímicos del diente relacionados con la edad. Fruto de estas investigaciones fue la adaptación de un método que había sido usado para datar dentro de los campos de la geoquímica, geocronología y arqueología: *la racemización del ácido aspártico* (46).

Todos los aminoácidos que forman parte de las proteínas del organismo, pertenecen a la serie estereoquímica L; presentando actividad óptica debido a la existencia en su molécula de al menos un átomo de carbono asimétrico. En el tejido mineral dentario, con el paso de los años, ocurre un aumento progresivo de las formas D, hasta conseguir una mezcla equimolar de los enantiómeros D y L, constituyendo una forma óptica inactiva. A este proceso se le llama racemización. El aminoácido elegido para tal estudio es el ácido aspártico, debido a que la racemización se produce de manera más estable y duradera. La determinación de este proceso se realiza en el esmalte y dentina humana. La ventaja de la utilización de estos tejidos es que no presentan prácticamente remodelación de sus componentes, y la forma D se acumula en proteínas metabólicamente estables.

Este método ha sido utilizado por otros autores (47-51). Los resultados de estos trabajos muestran un error en la estimación de la edad de ± 4 años para algunos autores (48) y de ± 5.69 años para otros (49), sin embargo, la edad que estiman en estas investigaciones es la edad dentinaria y no la edad cronológica, basándose para su cálculo en unos factores de correc-

ción obtenidos previamente para cada diente tras la aplicación de un método morfológico para el cálculo de la edad.

Investigaciones llevadas a cabo en la Universidad de Granada, han contribuido a la mejora en el conocimiento de la composición bioquímica de la dentina relacionada con el envejecimiento. La dentina, el tejido mineralizado más voluminoso del diente, puede ser considerado como un tejido conectivo cuya matriz extracelular se ha modificado para soportar una estructura mineralizada, la cual es imprescindible para cubrir los requerimientos funcionales. El estudio de la dentina tiene interés en la práctica forense por las siguientes razones:

1. La dentina se encuentra aislada del medio externo por el tejido más resistente del organismo, el esmalte, lo que le confiere una alta resistencia a los agentes físicos, químicos y a la putrefacción.
2. Por otra parte, la dentina es una estructura relativamente estática, que una vez formada no se ve sometida a procesos reabsortivos o formativos como el hueso. A su vez está en íntimo contacto con el tejido pulpar, por tanto, los procesos de hipoxia e isquemia que ocurren con el envejecimiento pueden traducirse en cambios en su composición.
3. La dentina, de por sí, es un tejido con una alta composición mineral, aproximadamente un 70%, lo que contribuye a su resistencia. Pero, además, en su composición un 20% está formado por materia orgánica que se modifica con el envejecimiento.

Más del 90% de la matriz orgánica de la dentina está constituida por colágeno tipo I, siendo el resto proteínas no colágenas. Para estabilizar la red de colágeno existen *cadenas cruzadas covalentes* entre sus moléculas. En los tejidos conectivos maduros aparecen cadenas cruzadas no reducibles, la piridinolina y deoxipiridinolina. Siendo la deoxipiridinolina exclusiva del hueso y dentina.

En la Universidad de Granada realizamos una investigación en la que medíamos los dobles enlaces que estabilizan fisiológicamente al colágeno de la dentina (Deoxipiridinolina: DPD). Para llevar a cabo estos experimentos, procedimos a la desmineralización de las piezas dentarias, detectando y cuantificando la deoxipiridinolina por técnicas de enzimainmuno análisis. Los resultados vislumbraron un incremento de estos enlaces con la edad (52). Como se conocía la edad cronológica de todas las muestras, fue posible calcular el error real entre la edad estimada y la edad cronológica de un individuo en el momento de la exodoncia de la pieza. Los resultados del modelo de regresión simple calculados usando DPD como *x*, siendo *y* la edad, permitió obtener la siguiente ecuación de regresión: Edad = 10.8 + 21.3 DPD; R = 0.68.

El 10% restante del contenido proteico de la dentina humana corresponde a las *proteínas no colágenas*, constituidas por las fosfoproteínas, pro-

teoglucanos y otras proteínas minoritarias. Dentro del grupo de otras proteínas minoritarias de la dentina quisiéramos destacar las metaloproteasas. Son un grupo de proteasas metalo-dependientes capaces de degradar la matriz extracelular. Se han descrito nueve tipos de metaloproteasas, clasificadas en tres grupos principales: las colagenasas, las gelatinasas y las estromelisinas. De este conjunto de enzimas, las que más nos interesan son las gelatinasas debido a que estas proteínas degradan eficientemente y de forma específica las cadenas alfa del colágeno desnaturalizado, es decir, la gelatina. Están presentes en multitud de tejidos, pero no se había demostrado la presencia de dichas metaloproteasas en la dentina humana.

Investigaciones en la Universidad de Granada permitieron detectar, por primera vez, las gelatinasas en la dentina humana (53). Después del hallazgo e identificación de esta proteína, se detectó un descenso en la presencia de la enzima gelatinasa A en una fracción de proteínas de la dentina, en sujetos mayores de 41 años (54).

IV. ESTIMACIÓN DE LA EDAD DENTAL EN SUJETOS VIVOS ADULTOS

Ya sea que apliquemos métodos morfológicos o bioquímicos para la estimación de la edad en sujetos adultos es necesario, tal y como hemos visto, disponer de la pieza dentaria. Esto limita su aplicación a los cadáveres y deja muy pocas posibilidades para los sujetos vivos.

En esas circunstancias es posible determinar algunos cambios medibles sin extraer la pieza dentaria como la recesión periodontal, el grado de atrición y la longitud de la corona. También se han utilizado medidas radiográficas que nos indiquen la disminución del tamaño pulpar, como la medida de la anchura y longitud de la cavidad pulpar en relación al tamaño de la raíz. De esta manera, se han desarrollado modelos de regresión múltiple que permiten el cálculo de la edad en sujetos vivos aunque el grado de precisión es bastante bajo y el error amplio (55).

V. CONCLUSIÓN

La mayoría de los métodos que he expuesto en este artículo son utilizados en la actualidad para la estimación de la edad dental de un sujeto. La elección de uno u otro en un caso real dependerá de si el individuo ha terminado o no su desarrollo, si se trata de un sujeto vivo o un cadáver, de la formación del o de la perito y de las posibilidades técnicas a su alcance.

En general, los métodos radiográficos y los morfológicos son los más usados puesto que técnicamente son más sencillos y sólo requieren el entrenamiento del experto.

En cualquier caso, para la aplicación de cualquiera de ellos tenemos que tener presente que sean métodos que estén avalados por la comunidad científica, que aporten un grado de precisión suficiente y que especifiquen de manera detallada el error que conlleva su aplicación y, por supuesto, que cuando se apliquen a sujetos vivos se deben acoger a los principios éticos y legales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Valenzuela A, Martín de las Heras S. Odontología Forense. En Medicina Legal y Toxicología, E. Villanueva, ed. Masson, 2004.
2. Schour I., Massler M. The development of the human dentition. J Am Dent Assoc 1941, 20: 379-427.
3. Nolla C. The development of the permanent teeth. J Dent Child 1960, 27: 254-266.
4. Moorees CFA, Fanning EA, Hunt EE. Age variation of formation stages for ten permanent teeth. J Dent Res 1963, 42: 264-273.
5. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. Ann Hum Biol 1973, 45: 211-227.
6. Haavikko K. Tooth formation age estimated on a few selected teeth: A simple method for clinical use. Proc Finn Dent Soc 1974, 70: 15-19.
7. Foti B, Lalys L, Adalian P, Giustiani J, Maczel M, Signoli M, Dutour O, Leonetti G. New forensic approach to age determination in children based on tooth eruption. Forensic Sci Int 2003: 132: 49-56.
8. Bolaños MV, Manrique M, Bolaños MJ, Briones M. Approaches to chronological age assessment based on dental calcification. Forensic Sci Int 2000, 110: 97-106.
9. Demirjian A, Levesque G. Sexual differences in dental development and prediction of emergence, J Dent Res 1980, 59(7): 1110-22.
10. Hagg U, Matsson L. Dental maturity as an indicator of chronological age: the accuracy and precision of three methods. Erup J Orthod 1985, 7: 25-34.
11. Nystrom M, Haataja J, Kataja M, Evalahti M, Peck L, Kleemola-Kujala E. Dental maturity in finnish children. Estimated from the development of seven permanent mandibular teeth. Acta Odontol Scand 1986, 44: 193-198.
12. Davis PJ, Hagg U. The accuracy and precision of the «Demirjian system» when used for age determination in Chinese children. Swed Dent J 1994, 18(3): 113-6.
13. Staaf V, Mornstad H, Welander U. Age estimation based on tooth development: a test of reliability and validity. Scand J Dent Res 1991, 99: 281-286.
14. Carels CEL, Kuijpers-Jagtman AM, Van der Linden, FP, Van't H of MA. Age reference chats of tooth length for Dutch children. J Biol Bucc 1991, 19: 297-303.

15. MÖRNSTAD H, STAAF V, WELANDER U. Age estimation with the aid of tooth development: a new method based on objective measurements. Scand J Dent Res 1994, 102: 137-143.

16. LIVERSIDGE HM, MOLLESON T. Developing permanent tooth length as an estimate of age. J Forensic Sci 1999, 44: 917-920.

17. LIVERSIDGE HM, LYONS F, HÉCTOR MP. The accuracy of three methods of age estimation using radiographic measurements of developing teeth. Forensic Sci Int 2003, 131: 22-29.

18. BOLAÑOS MV, MOUSSA H, MANRIQUE MC, BOLAÑOS MJ. Radiographic evaluation of third molar development in Spanish children and young people. Forensic Sci Int 2003, 133: 212-219.

19. MINCER HH, HARRIS EF, BERRYMAN HE. The ABFO study of third molar development and its use as an estimator of chronological age. J Forensic Sci 1993, 38/2: 379-390.

20. SOLARI AC, ABRAMOVITCH K. The accuracy and precision of third molar development as an indicator of chronological age in Hispanics. J Forensic Sci 2002, 47/3: 531-535.

21. MESOTTEN K, GUNST K, CARBONEZ A, WILLEMS G. Dental age estimation and third molars: a preliminary study. Forensic Sci Int 2002 Sep 26, 129/2: 110-5.

22. GUNST K, MESOTTEN K, CARBONEZ A, WILLEMS G. Third molar root development in relation to chronological age: a large sample sized retrospective study. Forensic Sci Int 2003, 136: 52-57.

23. GLEISER I, HUNT E. The permanent first molar: its calcification. Am J Phys Anthropol 1955,13: 253-284.

24. KHÖLER S, SCHMELZLE C, LOUITZ C, PUSCHEL K. Die entwicklung des weisheitszahnes als kriterium der lebensalterbestimmung. Ann Anat 1994,176: 339-345.

25. OLZE A, TANIGUCHI M, SCHMELING A, ZHU B-L, YAMADA Y, MAEDA H, GESERICK G. Comparative study on the chronology of third molar mineralization in a Japanese and a German population. Leg Med (Tokyo) 2003, 5 (suppl 1): 256-260.

26. OLZE A, SCHMELING A, TANIGUCHI M, MAEDA H, VAN NIEKERK P, WERNECKE KD, GESERICK G. Forensic age estimation in living subjects: the ethnic factor in wisdom tooth mineralization. Int J Legal Med 2004 Jun, 118(3): 170-173.

27. SOLHEIM T. Dental attrition as an indicador of age. Gerodontics 1988, 4: 299-304.

28. MARTÍN DE LAS HERAS S, VALENZUELA A, BELLINI R, SALAS C, RUBIÑO M, GARCÍA JA. Objective measurement of dental color for age estimation by spectroradiometry. Forensic Sci Int 2003, 132: 57-62.

29. NALBANDIÁN J, GONZÁLEZ F, SOGNNAES RF. Sclerotic changes in root dentin of human teeth as observed by optical, electron and x-ray microscopy. J Dent Res 1960, 39: 598-607.

30. SOLHEIM T. Dental root translucency as an indicator of age. Scand J Dent Res 1989, 97: 189-197.

31. SOLHEIM T. Amount of secondary dentin as an indicator of age. Scand J Dent Res 1992, 100: 193-199.

32. KAVAAL SI, KOLLTVEIT KM, THOMSEN IO, SOLHEIM T. Age estimation of adults from dental radiographs. Forensic Sci Int 1995, 74: 175-185.

33. SOLHEIM T, KVAAL SI. Dental root surface as an indicator of age. J Forensic OdontoStomatol 1993;10:32-42.

34. KAVAAL SI, SOLHEIM T. Incremental lines in human dental cementum in relation to age. Eur J Oral Sci 1995 Aug, 103(4): 225-30.

35. SOLHEIM T. Dental cementum apposition as an indicator of age. Scand J Dent Res 1990, 98: 510-519.

36. GUSTAFSON G. Age determination on teeth. J Am Dent Assoc 1950, 41: 45-54.

37. BANG G, RAMM E. Determination of age in humans from root dentin transparency. Acta Odontol Scand 1970, 28: 3-35.

38. JOHANSON G. Age determination from human teeth. Odont Revy 1971, 22(Suppl 21): 40-126.

39. SHIRO-ITO. Age estimation based on tooth crown. Int J Forensic Dentistry 1975, 3: 9-14.

40. MAPLES WR. An improved technique using dental histology for estimation of adult age. J Forensic Sci 1978, 23: 764-770.

41. LAMENDIN H. Critères dentinaires pour appréciation d'âge: études de la translucidité et des canalicules: intérêt en odonto-stomatologie légale. Revue d'Odonto-Stomatologie 1978, 2 : 111-119.

42. LAMENDIN H. Appréciation de l'âge par la méthode de Gustafson simplifiée. Le Chirurgien Dentiste de France 1988, 427: 43-48.

43. SOLHEIM T. A new method for dental age estimation in adults. Forensic Sci Int 1993, 59: 137147.

44. VALENZUELA A, MARTÍN DE LAS HERAS S, MANDOJANA JM, LUNA JD, VALENZUELA M, VILLANUEVA E. Multiple regression models for age estimation by assessment of morphologic changes according to teeth source. Am J Forensic Med Pathol 2002, 23/4: 386-389.

45. MANDOJANA JM, MARTÍN DE LAS HERAS S., VALENZUELA A, VALENZUELA M, LUNA JD. Differences in morphological age-related changes depending on postmortem interval. J Forensic Sci 2001, 46: 889-892.

46. BADA JL, KVENVOLDEN KA, PETERSON E. Racemization of amino acid in bones. Nature 1973, 245: 308-310.

47. HELFMAN PM, BADA JL. Aspartic acid racemization in dentin as a measure of aging. Nature 1976, 262: 279-281.

48. OGINO T, OGINO H, NAGY B. Application of aspartic acid racemization to forensic odontology: post-mortem designation of age at death. Forensic Sci Int 1985, 29: 259-267.

49. RITZ S, SCHUTZ HW, SCHWARZER B. The extent of aspartic acid racemization in dentin: a possible method for a more accurate determination of age at death? Z Rechtsmed 1990, 103: 457-462.

50. PFEIFFER H, MÓRNSTAD H, TEIVENS A. Estimation of chronological age using the aspartic acid racemization method. I. On human rib cartilage. Int J Legal Med 1995, 108: 19-23.

51. OHTANI S, YAMAMOTO K. Age estimation using the racemization of amino acid in human dentin. J Forensic Sci 1990, 36: 792-800.

52. MARTÍN DE LAS HERAS S, VALENZUELA A, VILLANUEVA E. Deoxypyridinoline cross-links in human dentin and estimation of age. Int J Legal Med 1999; 112; 222-226.

53. MARTÍN DE LAS HERAS S., VALENZUELA A, OVERALL CM. The matrix metalloproteinase gelatinase A in human dentine. Arch. Oral Biol 2000, 45: 757- 765.

54. MARTÍN DE LAS HERAS S, VALENZUELA A, OVERALL CM. Gelatinase A in human dentin as a new biochemical marker for age estimation. J Forensic Sci 2000, 45/4: 807-811.

55. KAVAAL SI, SOLHEIM T. A non-destructive dental method for age estimation. J Forensic Odonto-Stomatol 1994, 12:6-11.

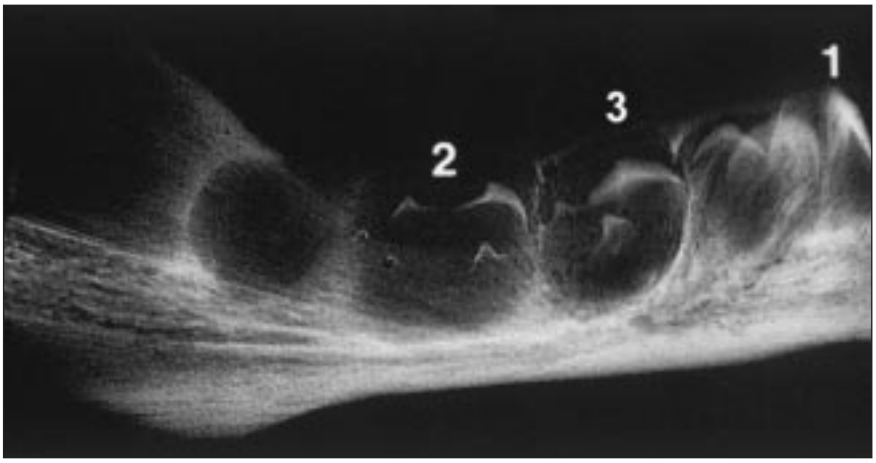


Figura 1: Radiografía mandibular de un feto de 30 semanas (tomado de: Whitaker y McDonald. A colour atlas of forensic dentistry. Wolfe Medical Publications, London, 1989). Se observa que el incisivo tiene un estadio de mineralización avanzado (1), se ha iniciado la mineralización de las cúspides del segundo molar temporal (2) y se ha producido la fusión de las cúspides del primer molar temporal (3).

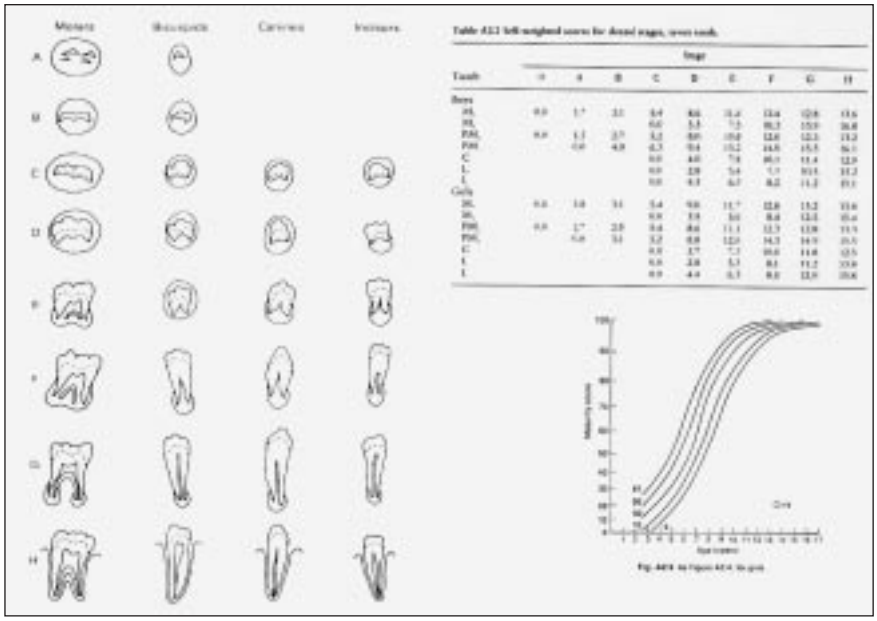


Figura 2: Método de Demirjian (1973) para la estimación de la edad. Se analiza el grado de desarrollo (estadios A-H) de las 7 piezas dentarias de la hemiarcada inferior izquierda. Cada uno de los estadios se transforma en un valor numérico que aparece en la tabla y cuya suma nos da el grado de madurez del sujeto. Este valor se intercala en la gráfica correspondiente según en el sexo (en la figura aparece la gráfica diseñada para las niñas) y obtendríamos la edad en años del menor dependiendo de los percentiles que elijamos.

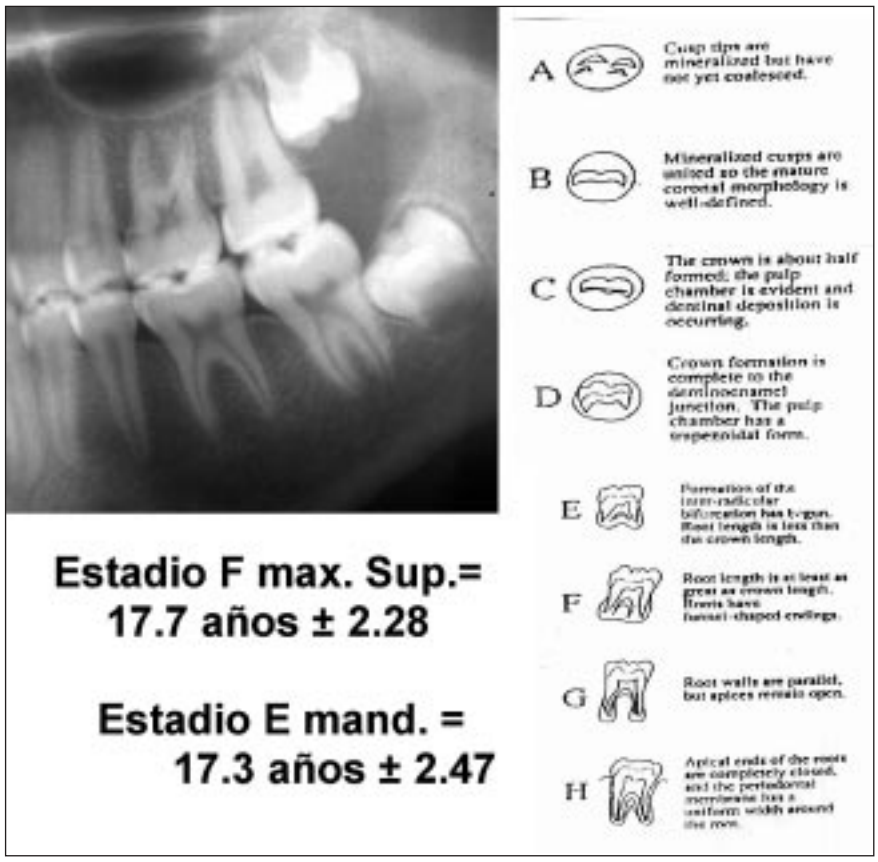


Figura 3: Aplicación práctica del método de Mincer (1993). Se realiza una radiografía panorámica de la boca (en la fotografía se muestra detalle de la ortopantomografía) y se compara el grado de desarrollo de los terceros molares con los esquemas estandarizados de mineralización obtenidos de una población conocida. En este caso, se podría decir que el tercer molar superior estaría en un estadio F de mineralización y el tercer molar inferior en un estadio E. Los estadios de mineralización se corresponden con un rango de edad dependiendo del sexo y de la posición del cordal para esa población. En la figura se muestra también el intervalo de edad del sujeto calculada para ese estadio suponiendo que sea un hombre. La probabilidad de que tenga al menos 18 años es del 44% para el tercer molar superior y del 19% para el cordal inferior.

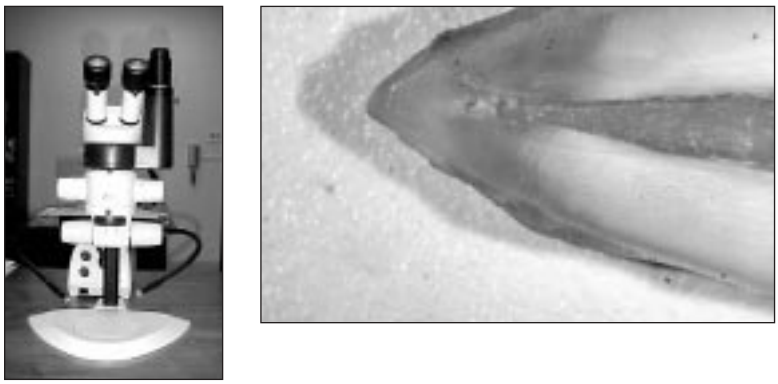


Figura 4: Determinación de los cambios morfológicos dentales para la estimación de la edad. Los cambios morfológicos que se producen en el diente con el paso de los años se estudian tanto en el diente intacto como seccionado. Para su análisis y cuantificación es necesario disponer de una lupa binocular o esteroscopio. En la fotografía de la derecha se muestra detalle de la imagen de la zona apical de una pieza dentaria a 6.4 aumentos, en la que se aprecia la formación de la dentina transparente.



Figura 5: Estimación de la edad dental con técnica de análisis de imágenes. Programa de análisis de imágenes desarrollado en la Universidad de Granada (44, 45) que permite medir cambios relacionados con el envejecimiento como la dentina transparente, la atrición dental y la disminución de la cavidad pulpar de manera automática. A partir de los resultados se han obtenido modelos de regresión múltiple con dichas variables para la estimación de la edad.

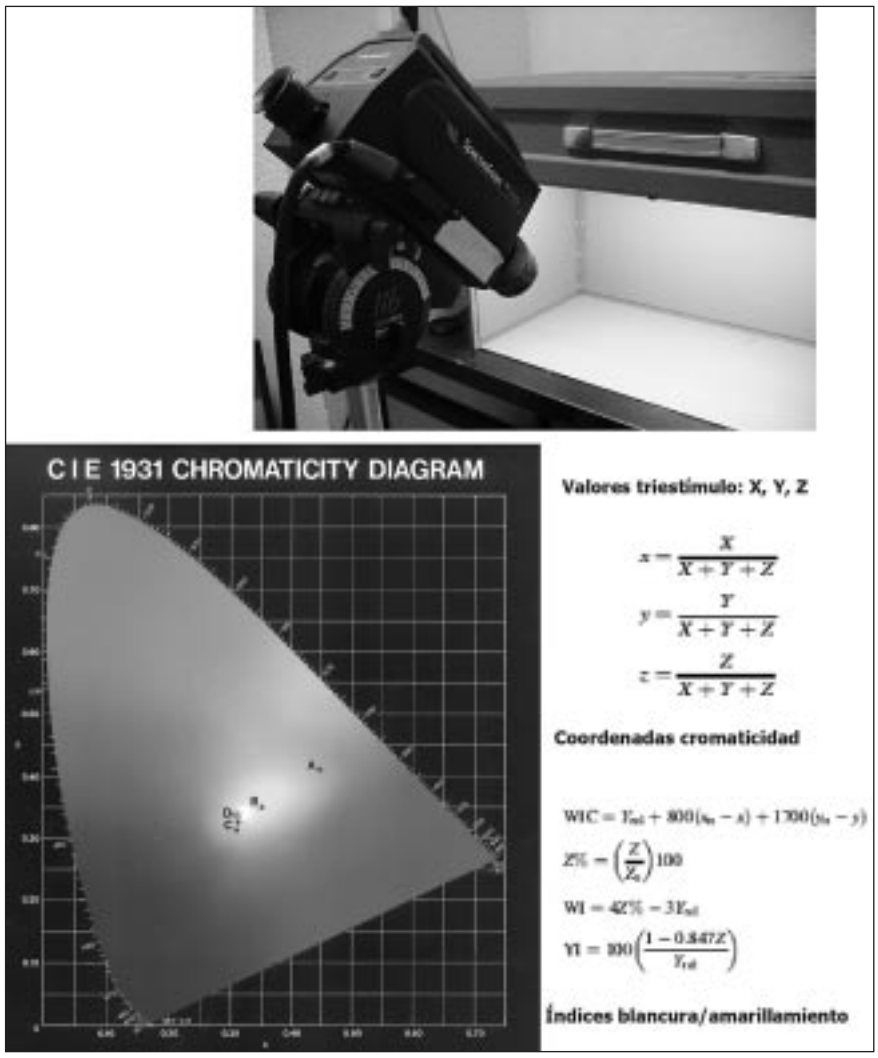


Figura 6: Determinación del color dentinario para el cálculo de la edad. El color de la dentina radicular se mide utilizando el espectrorradiómetro. Para que las mediciones estén estandarizadas, el experimento se lleva a cabo en un cámara con un iluminante determinado (foto superior). El software del espectrorradiómetro facilita de manera automática las medidas de las coordenadas de cromaticidad que definen un color determinado. Además, a partir de los datos anteriores, calculamos los índices de blancura y amarilleamiento (foto inferior). Se demostró que todas las variables están relacionadas con la edad, así que desarrollamos modelos de regresión para su cálculo (28).

Ciencia Forense, 7/2005: 91-98

MARKS FROM TEETH AS FORENSIC EVIDENCE THE STATE OF THE ART

DAVID J. SWEET, DMD, PH. D., DABFO*

Abstract: An introduction to bite injuries as forensic evidence is presented along with an overview of the steps used by odontologists to manage new cases. Correct recognition of bitemarks by initial investigators, such as emergency physicians, police officers and pathologists, is important so this evidence is not overlooked.

A description of how to distinguish marks caused by teeth from other patterns is outlined. A framework to recover the evidence from the victim and suspects adequately is included along with an explanation of current analysis methods and potential conclusions.

Key words: Forensic science. Forensic odontology. Human bite marks.

INTRODUCTION

Forensic odontology is a discipline that offers the criminal justice system an interpretation of dental evidence found at the scene of a crime. Most often, this involves the use of dental treatment records to identify the victim of a crime. But in some cases, teeth are used a weapon and bitemarks on various items can provide clues to the identity of those involved in the crime. This paper aims to provide an understanding of the current approaches to bite-mark cases and to present information about the correct recognition of bitemarks and adequate management of cases involving bitemarks.

* Associate Professor and Director University of British Columbia. Bureau of Legal Dentistry Laboratory. 2355 East Mall, Suite 146. Vancouver, BC, Canadá V6T 1Z4.

Bite-mark interpretation and analysis have aspects of both art and science. This is because there is currently a lack of understanding of certain key issues.

These issues include the accuracy and reproducibility of analysis methods, how to differentiate one set of teeth from another and how to interpret correctly injuries on elastic substrates, such as human skin.

A bitemark results from the forceful application of teeth to a substrate that is capable of being deformed. Through this deformation, the surface of the substrate can change and characteristics of the teeth are transferred to the surface. Trained odontologists can interpret these characteristics. Bitemarks are found on the skin of victims more often than on inanimate objects at the scene of a crime. Injuries from teeth can be found on all parts of the human body, but females are most often bitten on the breasts and legs during sexual attacks and males are commonly bitten on the arms and shoulders (1, 2). In life and death struggles, the victim of an attack my use their teeth as a defensive weapon. In these cases, marks from the victim's teeth can often be found on the attacker (3).

Typically the type of crime where bites are found involve interpersonal violence. The teeth are used as a weapon to demonstrate control or inflict pain or for sexual gratification. Bites are most often associated with crimes such as rape, murder and the sexual abuse of children (2).

The appearance of the bitemark is closely related to the victim's skin type. The skin of children is usually quite tender and easily disrupted, as is the skin of female victims when compared to males. As a person gets older, the skin is usually less tender and the reaction to forceful pressure is less than in childhood. But in older persons, the skin is thin and damage from biting can be severe. Skin colour may influence the ability to see and interpret the details that are recorded in the injury since pigmented skin does not tend to show the injuries as clearly as light-coloured skin (4). Two bitemarks caused by the same amount of pressure and duration may look quite different on two different parts of the body. This is because the reaction visible on the skin's surface is dictated by skin thickness, underlying connective tissue and fat, etc.

It is important for the examiner to attempt to differentiate human from animal bites. Usually the biological dental formula –the species-specific number of incisors versus canines versus premolars etc.– can be used to differentiate one species from another. For the most part, animal bites usually penetrating the surface and leave marks from the long canine teeth at specific points around the dental arch. By comparison, human bites generally comprise marks of uniform intensity due to the fact that in most cases human teeth are approximately the same length.

Bite-mark forensic evidence is now considered to have both a physical and a biological component. The marks from the teeth that are recorded in the substrate form a type of *tool mark* that can be physically compared to suspect dentitions. But equally important is the fact that saliva is deposited through interaction of the lips and tongue with the substrate. This biological evidence can be recovered and DNA from it can be compared to the DNA profile of any suspects (5).

Bite-mark evidence is widely accepted as important evidence in criminal trial proceedings. This is especially true because it can graphically represent the very close and violent interaction between two people at the time of the crime. Following is a summary of the approach to managing bite-mark cases, including evidence collection and analysis.

PHYSICAL EVIDENCE

An example of a human bitemark is shown in Figure 1. Generally speaking, bites are circular or oval injuries that record the shapes and sizes of the individual teeth and the upper and lower dental arches. Force from the teeth can cause erythema, abrasion, contusion or laceration of the tissue either separately at the point of each tooth's contact or generally around the circumference of the injury pattern. There is often an area of ecchymosis near the central area that results from extravasation of blood from peripheral pressure toward the center, or from thrusting of the tongue during biting (6).

The characteristics of various classes of teeth can be used to determine which teeth are involved in the mark and the marks that are caused by upper versus lower teeth. Figure 2 illustrates the geometrical shapes that are customarily caused by different classes of upper and lower teeth.

The stability of the substrate on which the bitemark is perpetrated is a very important consideration in order to assess the evidentiary value of the bitemark. Additionally, this may affect the ability for the odontologist to render a valid opinion with respect to the identification of the person responsible for making the bite. Since the skin is distortable and elastic, the ability for skin to record accurately the physical evidence from teeth is limited. The curvature of the skin and, therefore, the difficulty in photographing the physical traits of the injury are significant problems.

Accurate and precise recovery of the evidence is necessary since this evidence is the foundation on which the subsequent analysis and conclusions are based. Interpretation of the traits recorded in the evidence and use of reliable and justifiable methods to compare the bitemark to the teeth of suspects are also crucial to enable a valid result.

CASE MANAGEMENT

A) Initial examination

The examiner or odontologist is faced with several important questions at the time of the initial examination. The first persons to find the injury may think that teeth caused it because the pattern is easily recognizable. So others involved in the case have determined that the injury might be a bitemark and then call the odontologist to examine the evidence to determine if it is actually from teeth. Does the pattern of the injury fit the typical circular or elliptical pattern, including marks around the periphery from specific teeth? Is there a central area of ecchymosis? Is the mark caused by human or animal teeth? Is there enough detail with respect to the sizes, shapes and characteristics of the teeth recorded at the site to provide a sound basis for forensic comparison to the teeth of a suspect?

It is important for the odontologist to examine the marks to see if it is possible to identify the class characteristics of the teeth that made the marks. Upper incisors leave rectangular marks and lower incisors usually leave either smaller rectangular or square marks. Canine teeth often leave triangular marks.

The odontologist also needs to determine at this stage if individual (or «identifying») characteristics have been recorded in the substrate from the interaction with particular teeth. It is these characteristics that are needed to be able to identify the bite to a specific person.

B) Evidence collection from the victim

Physical evidence from the bitemark is collected in the form of specialized *photographs* and *impressions* (molds) of the disruptions in the skin's surface (7, 8). Photographs are exposed with and without a measuring device, such as a ruler, included in the image. A specialized ruler called the *ABFO No. 2 scale* has been developed specifically for photographing bite-mark evidence. See Figure 3.

A very important aspect of bite-mark photography is to be certain that the geometric plane of the scale and the geometric plane of the bitemark are coincident. Further, it is necessary to be certain that the camera is oriented so that the long axis of the photographic lens is exactly perpendicular to the plane of the bitemark and scale (9). See Figure 4.

To produce an impression of the skin's surface, odontologists use very accurate and stable dental impression materials commonly used for sophisticated dental treatments. The physical properties of these dental materials have been shown to be suitable for use to duplicate the contours and surface characteristics (including damage) of the skin.

Salivary evidence is collected from the injury site by *swabbing* the area that was contacted by the tongue and lips during biting. The *double swab method* is used, which employs a wet swab (sterile distilled water) followed by a dry swab. This method has been shown to maximize the amount of dried saliva that can be recovered (10).

It is possible that a mixed DNA result is obtained from the tests since the victim's DNA could become mixed with the suspect's DNA. This can potentially happen through the swabbing procedure if too much pressure is used or the swab is rubbed over the surface of the skin for too long. In practice, this does not appear to be a problem, but it is theoretically possible. Thus, it is necessary to have a sample of DNA from the victim to reconcile such mixtures. The victim's DNA profile can be separated out of the mixed profile to leave the perpetrator's DNA profile behind, at which point the onus to explain how this mixture occurred becomes the responsibility of the suspect.

The DNA reference sample from the victim is usually not collected by the odontologist even though the odontologist collects the salivary evidence that might produce a mixed DNA profile. The best type of reference sample is from the victim's whole blood. This is usually completed at autopsy in the case of a deceased victim or using venipuncture or finger prick methods in the case of aliving victim.

c) Evidence recovery from the suspect

Physical evidence from the suspect's teeth must be recovered with the *expressed permission* of the suspect or under *legal authority* obtained from a judge in the form of a judicial warrant.

Once this legal authority is obtained and the circumstances of the examination and evidence collection are explained to the suspect, the following items are collected as evidence: a) a *chart* of the dental traits and characteristics of the teeth and oral structures, including tooth position, mobility and occlusion, using a clinical dental examination, b) *impressions* of the teeth from which *dental casts* are fabricated to produce a life-sized replica of the dentition, and c) a *bite registration* that records how the upper and lower teeth fit together (11). This sounds like a time consuming procedure, but if the odontologist is organized and efficient, all of the evidence can be collected in a relatively short period of time. However, the suspect must be cooperative, as good quality evidence is not possible otherwise.

Certain evidence, such as dental impressions, must be handled with caution as they can distort if conditions of ambient humidity, temperature and storage are less than ideal. This evidence should not only be collected by the odontologist but it should also be transported and stored by the odontologist whenever possible.

To be able to compare the salivary DNA evidence recovered from the bite site to any suspects, a reference sample of each suspect's DNA is collected. But this is usually not a procedure that is completed by the odontologist. Instead, other investigators or analysts, such as police or medical personnel, obtain a whole blood sample using venipuncture or finger prick methods.

D) Analysis

Measurements of the individual marks in the bite and of the suspect's teeth can be compared to determine if these traits are consistent. Any inconsistencies might be grounds to exclude a particular suspect, but the odontologist must always keep in mind that the elasticity and potential movement of the skin during biting may explain some discrepancies. Generally speaking, a mark on the skin cannot be smaller than the tooth or portion of a tooth that is responsible for the mark. But the marks on the skin can be larger than the tooth due to bruising and or movement of the skin or tooth during biting or other similar factors.

Most of the physical analysis procedures involve a comparison of the pattern of the teeeth to the pattern of the bitemark. Careful attention is paid to the overall size and shape, of the suspect's dentition. This comparison is completed using both the characteristics of the dental arches (arrangement and pattern of teeth within the jaw structure) as well as at the level of the individual tooth (missing teeth, rotations, spaces, chips and fractures, missing restorations and other similar traits that are specific to a particular person) (12, 13).

These pattern associations are best completed using computer-generated representations of the teeth of the suspect accurately printed on transparent film, such as acetate, at life-size. These *comparison overlays* can be placed over lifesized photographic enlargements of the bitemark so that the shape, position and arrangement of the teeth and dental arches can be compared to determine if there is any degree of similarity.

Another very helpful method of assessing the type of injury that the suspect's teeth can cause is to use *test bites*. The dental casts that were produced from the impressions recovered from the suspect are used to bite a substrate.

Subsequently, the test pattern is compared to the actual bitemark. By comparing the pattern produced by the suspect's teeth in the test substrate to the bitemark that was found on the victim, conclusions can be reached about any role that the suspect may have played in producing the bitemark.

E) Potential conclusions

It is possible to exclude the teeth of a suspect that did not cause the bitemark. This is a very important determination since it releases the sus-

pect from further suspicion. This determination carries a very high degree of confidence. Since the pattern of the teeth does not match the bitemark, this suspect did not bite the victim.

This is not the case when the suspect's teeth cannot be excluded as the cause of the bitemark. Since there are no methods of calculating a statistical likelihood of the degree of match between the teeth and the injury, it is not possible to express in numerical terms a confidence interval. Rather, the experience, skill, knowledge and training of the odontologist are used to determine the level of conclusion.

These levels range from *consistent with* (may have or may not have made the mark) to *probably* (most likely made the mark) to *definitely* (reasonable certainty that the suspect made the mark) (14). These potential conclusions have caused many problems in the past since they can often be interpreted in many ways by judges and juries, and they do not always mean the same thing to different odontologists. This is currently an area of much research; attempts are being made to consolidate the opinions surrounding this issue to develop a standardized approach to the interpretation of bite-mark analysis results.

It is thought by most leading experts that due to the potential distortion that is inherent in human tissues, the odontologist should be extremely conservative in any conclusions reached in these cases. The variation in human form, differences in tissue types in various ages and racial groups, pigmentation issues, underlying fat and muscle, etc. all contribute to the complexity of a bitemark case. Equally important are issues such as the incidence of tooth rotations, spacing, fractures, etc. that also vary between age groups and genders and for which frequency data is not available.

f) Reporting and Testimony

The odontologist may be involved in a particular case for a variety of reasons and, in fact, at the request of a variety of authorities. For example, in a case involving a deceased victim of a sexual crime in which bitemarks are found, the odontologist may be called to identify the deceased victim through dental records. Other authorities may then require odontology expertise to recover the evidence from the bite sites, and subsequently to compare this evidence to any suspects. It is important to note that in some cases, no suspects are ever identified so this comparison may not be possible.

If there is a suspect available for comparison to the bite injury, the odontologist may be requested by yet another authority to do this comparison and develop conclusions. Later, it might be necessary to provide opinion evidence in court if the suspect is accused of the crime, and here still another authority may summon the odontologist.

CONCLUSION

The role of the forensic odontologist changes throughout the involvement in a bite-mark case. It is necessary for the odontologist to be familiar with the presentation of bitemarks on various substrates, to have an excellent knowledge of the dynamics of biting and biting behavior, to know the physical properties of dental materials, to be unbiased with respect to physical comparisons and to be able to explain to others the results and conclusions.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author gratefully acknowledges Dra. A. Valenzuela, University of Granada, Spain, for inviting the submission of this article and Dr. Iain A. Pretty, University of Manchester, England, for raising the bar in this discipline.

REPRINTS

Please address requests for reprints to Dr. David Sweet, Bureau of Legal. Dentistry Laboratory, University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada. V6T 1Z4, www.boldlab.org.

Ciencia Forense, 7/2005: 99-110

ANÁLISIS DE LAS MARCAS DE LOS DIENTES COMO INDICIOS FORENSES

DAVID J. SWEET, DMD, PH. D., DABFO*

Resumen: Se presenta una introducción a las lesiones por mordeduras como indicios forenses junto con una perspectiva general del procedimiento recomendado para el análisis y valoración correcta de nuevos casos por los odontólogos/as forenses. Es imprescindible un reconocimiento correcto de las huellas por mordedura por los primeros peritos en intervenir, tales como los médicos de urgencias y emergencias, policía y médicos forenses. Se exponen las características que permiten diferenciar las marcas provocadas por los dientes de otras dejadas por otros instrumentos, objetos o armas. Se incluye, junto con una explicación de los métodos de análisis actuales y las posibles conclusiones, un marco de actuación para la recogida de las huellas de la víctima y de los sospechosos de una forma adecuada.

Palabras clave: Ciencia forense, odontología forense, huellas de mordedura humana.

Abstract: An introduction to bite injuries as forensic evidence is presented along with an overview of the steps used by odontologists to manage new cases. Correct recognition of bitemarks by initial investigators, such as emergency physicians, police officers and pathologists, is important so this evidence is not overlooked.

A description of how to distinguish marks caused by teeth from other patterns is outlined. A framework to recover the evidence from the victim and suspects adequately is included along with an explanation of current analysis methods and potential conclusions.

Key words: Forensic science. Forensic odontology. Human bite marks.

---

* Profesor Titular y Director de la Oficina del Laboratorio de Odontología Legal de la Universidad de British Columbia East Mal, Suite 146 Vancouver, BC, Canadá V6T 1Z4.

INTRODUCCIÓN

La odontología forense es una especialidad odontológica que ofrece al proceso judicial penal una interpretación adecuada de los indicios dentales encontrados en el lugar del crimen. En la mayoría de los casos, esto supone el empleo de las historias clínicas dentales, en particular los odontogramas, para identificar a la víctima de un crimen. Pero en algunos casos, los dientes se utilizan como un arma y las huellas de mordeduras, en varios aspectos, pueden ayudar en el establecimiento de la identidad de los implicados en el crimen. La presente comunicación pretende aportar un mejor conocimiento de los procedimientos y métodos actuales del análisis y valoración de las heridas por mordeduras, presentar datos sobre el reconocimiento correcto de las huellas de mordida, así como el procedimiento apropiado de los casos criminales relacionados con éstas.

La interpretación y análisis de las marcas de mordedura tienen a la vez algo de arte y de ciencia. Esto es debido en parte a la carencia existente en la actualidad de conocimientos en ciertos aspectos esenciales. Entre éstos podemos citar la precisión y reproducibilidad de los métodos analíticos; cómo distinguir una dentadura de otra y cómo interpretar correctamente las heridas en sustratos elásticos, tales como la piel humana.

Una marca de mordedura se produce como consecuencia de la aplicación enérgica de los dientes a un sustrato que sea capaz de deformarse. Gracias a esta deformación, la superficie del sustrato puede cambiar y las características de los dientes se transfieren a la superficie. Odontólogos especializados pueden interpretar estas características. Las marcas de mordedura se encuentran en la piel de las víctimas con más frecuencia que en objetos inanimados. Las heridas producidas por los dientes pueden encontrarse en cualquier parte del cuerpo humano, aunque las mujeres presentan en la mayoría de los casos las lesiones por mordeduras en los pechos y en las piernas cuando son consecutivas a agresiones sexuales, mientras que los hombres son normalmente agredidos en los brazos y hombros (1, 2).

En ocasiones, en las agresiones físicas, la víctima puede utilizar sus dientes a modo de arma defensiva, pudiéndose encontrar en el agresor marcas de los dientes de la víctima.

Normalmente, los casos criminales en los que se encuentran lesiones por mordeduras implica la existencia de una violencia física. Los dientes se utilizan como un arma para intimidar, controlar, causar dolor o por satisfacción sexual. Las mordeduras se asocian principalmente a acciones criminales tales como violaciones, homicidios y abusos sexuales a menores [2].

El aspecto de una mordedura está en íntima relación con el tipo de piel de la víctima. La piel de los niños es por lo general bastante frágil, se lesiona fácilmente al igual que la piel de las mujeres en comparación con los hombres. Con el paso de los años la piel, por regla general, es menos

frágil y la reacción a una presión enérgica es menor que en la niñez. Pero en personas ancianas, la piel es fina y los daños de una mordedura pueden ser graves. El color de la piel puede influir en la dificultad de ver e interpretar los detalles que quedan grabados en la herida, ya que una piel pigmentada no tiende a mostrar las heridas con la misma nitidez que una piel blanca (4). Dos mordeduras producidas con la misma presión y duración pueden parecer totalmente distintas en dos partes diferentes del cuerpo. Esto es debido a que la reacción perceptible en la superficie de la piel depende del grosor de la piel, el tejido conjuntivo y la grasa subyacente, entre otros elementos.

Es importante para el examinador tratar de diferenciar las mordeduras humanas de las producidas por animales. Generalmente para diferenciar una especie de otra puede emplearse la fórmula dental biológica –el número específico de incisivos de las especies versus caninos versus premolares, etc.–. En su mayoría las mordeduras de animales atraviesan la superficie de la piel y dejan marcas de los largos caninos. Por comparación, las mordeduras humanas abarcan generalmente marcas de una intensidad uniforme debido al hecho de que en la mayoría de los casos los dientes humanos son aproximadamente de la misma longitud.

Hoy día se considera que los indicios de una marca de mordedura tienen un componente físico y otro biológico. Las marcas de los dientes que se graban en el sustrato constituyen un tipo de huella figurada que puede ser comparada físicamente con las dentaduras de los sospechosos que la produjeron. Pero es igualmente importante el hecho de que la saliva se deposita por la interacción de los labios y de la lengua con el sustrato. Esta prueba biológica puede ser recogida y el ADN obtenido de la misma puede compararse con el perfil de ADN de todos los sospechosos (5).

Los indicios de huellas de mordida son comúnmente aceptados como pruebas de gran importancia en los procedimientos penales. Esto es especialmente cierto ya que representan la interacción muy estrecha y violenta entre dos personas en el momento del crimen. A continuación se incluye un resumen de la metodología recomendada para valorar los casos de huellas de mordeduras, incluyendo la recogida de pruebas y análisis.

PRUEBAS FÍSICAS

En la figura 1 se muestra un ejemplo de marca de mordedura humana. Por lo general, las mordeduras son heridas circulares u ovaladas que registran las formas y tamaños de cada diente por separado y los arcos dentales superior e inferior. La fuerza de los dientes puede causar eritema, excoriación, contusión o desgarro (laceración) del tejido, bien de una forma independiente en el punto de contacto de cada diente o de una forma general alrededor de la circunferencia de la herida. Con frecuencia se presenta un área de equimosis cerca del área central como consecuencia

de extravasaciones de la sangre por la presión periférica hacia el centro, o por la presión de la lengua durante la mordida (6).

Pueden utilizarse las características de los distintos grupos de dientes para determinar cuáles están implicados en la huella y qué marcas han sido producidas por los dientes superiores y cuáles por los inferiores. La figura 2 representa las formas geométricas que son producidas habitualmente por los distintos dientes superiores e inferiores.

La estabilidad del sustrato en el que se perpetra la mordedura es una consideración muy importante a la hora de establecer el valor probatorio de este indicio. Además, esto puede afectar a la capacidad del odontólogo a la hora de dar una opinión válida con respecto a la identificación de la persona responsable de dar el mordisco. Teniendo en cuenta que la piel es deformable y elástica, su capacidad para registrar con precisión las pruebas físicas de los dientes es limitada. La curvatura de la piel y, por consiguiente, la dificultad para fotografiar los rasgos físicos de la herida representa un problema importante.

Es imprescindible una recogida exacta y precisa de los indicios, ya que éstos constituyen la base en la que se fundamentarán los análisis y conclusiones posteriores. La interpretación de las características individualizadoras recogidas y la utilización de unos métodos fiables y adecuados para comparar la huella de la mordida con los dientes de los sospechosos son también cruciales para posibilitar un resultado válido.

PROCEDIMIENTO DE VALORACIÓN Y ANÁLISIS

A) Examen inicial

En el momento del examen inicial, el examinador u odontólogo se enfrenta con algunas preguntas importantes. Las primeras personas en detectar la lesión pueden pensar que fue causada por dientes porque el patrón o forma es fácilmente reconocible. Otros observadores, sin embargo, tras determinar que la herida pudiera tratarse de una lesión por mordedura, solicitan la colaboración del odontólogo para examinar las pruebas y establecer si fue producida realmente por dientes. ¿Se ajusta el patrón de la herida a un patrón circular o elíptico típico, incluyendo las marcas dentarias en la periferia de la lesión? ¿Presenta una zona central de equimosis? ¿La lesión ha sido producida por dientes humanos o de un animal? ¿Se disponen de suficientes detalles con respecto a los tamaños, formas y a las características de los dientes registrados en la lesión como para proporcionar una base sólida para la comparación forense con los dientes de un sospechoso?

Es muy importante para el odontólogo examinar las marcas para ver si es posible identificar las características de clase de los dientes que las han producido. Los incisivos superiores dejan marcas rectangulares y los infe-

riores normalmente dejan marcas rectangulares más pequeñas o cuadradas. Los caninos por lo general dejan marcas triangulares.

El odontólogo también necesita determinar en esta fase si han quedado registradas en el sustrato características individualizadoras de la dentadura del agresor. Estas son las características que son necesarias para poder identificar la mordedura con la realizada con una persona en concreto.

B) Recogida de indicios de la víctima

Los indicios físicos de una huella de mordida se documentan mediante fotografías e impresiones de los desgarros o perforaciones en la superficie de la piel (7, 8). Las fotografías se toman con y sin un dispositivo de medición, en forma de una regla, incluida en la imagen. Se ha diseñado específicamente un dispositivo en forma de regla, llamada la escala ABFO N.º 2, para incluirla en las fotografías de las huellas de mordeduras (véase la figura 3).

Un aspecto muy importante de la fotografía de una huella es estar seguro que el plano geométrico de la escala y el plano geométrico de la huella son coincidentes. Además, es preciso estar seguro que la cámara está orientada de forma que el eje longitudinal de las lentes fotográficas sea totalmente perpendicular al plano de la huella y de la escala (9) (véase la figura 4).

Para llevar a cabo una impresión de la superficie de la piel, los odontólogos utilizan materiales de impresión dental precisos y estables habitualmente utilizados en tratamientos dentales complejos. Se ha demostrado la idoneidad de las propiedades físicas de estos materiales dentales en cuanto a su uso para reproducir los contornos y características superficiales de la piel.

Las pruebas salivares se recogen de la herida aplicando un hisopo a la zona que entró en contacto con la lengua y los labios durante la mordida. Se utiliza el método del doble hisopo, que emplea un hisopo humedecido con agua destilada estéril, seguido de un hisopo seco. Este método ha demostrado que permite una mayor recuperación de saliva seca de la herida (10).

Es posible que se obtenga un ADN mezclado de la víctima con el del sospechoso. Esto puede deberse a que en el procedimiento de aplicación de hisopos se ha empleado demasiada presión o también puede ser consecuencia de que el hisopo se ha aplicado sobre la superficie de la piel durante demasiado tiempo. En la práctica, esto no aparece representar un problema, pero es posible en teoría. Por lo tanto, es necesario disponer de una muestra del ADN de la víctima para proceder a un proceso de comparación posterior. El perfil del ADN de la víctima puede ser separado de la mezcla para dejar el perfil del ADN del autor en segundo plano; en este punto será el propio sospechoso el que tendrá que explicar cómo es posible que esta mezcla de material genético se produjera sobre la piel de la víctima.

La muestra de referencia del ADN de la víctima no la toma por lo general el odontólogo, aun cuando éste recoge las pruebas salivares de las que se puede obtener el ADN mezclado. El mejor tipo de muestra de referencia es la obtenida de la sangre total de la víctima bien durante el transcurso de la autopsia judicial en víctimas mortales o mediante extracción sanguínea en víctimas vivas.

C) Recogida de muestras del sospechoso

Los indicios físicos de los dientes del sospechoso deben recogerse con la autorización expresa de éste u obtenerse con la autorización judicial. Una vez obtenida la autorización judicial y que se han explicado al sospechoso las circunstancias del examen y de la recogida de las muestras, se procederá de la forma siguiente:

a) exploración clínica completa, recogiendo en un odontograma las características dentales y las de las estructuras óseas maxilares, incluyendo además la posición de los dientes, movilidad y oclusión.

b) impresiones de los dientes y elaboración de modelos dentales para reproducir una copia a tamaño real de la dentadura, y

c) un registro de mordida que permita establecer la relación que existe entre los dientes superiores y los inferiores (11).

Aunque a primera vista podría parecer un procedimiento largo, sí el odontólogo es organizado y eficaz, todas las pruebas mencionadas se pueden recoger en un período del tiempo relativamente corto. No obstante, el sospechoso tiene que colaborar en este proceso ya que sin su cooperación no es posible recoger muestras de la suficiente calidad.

Determinadas muestras, tales como las impresiones dentales, deben ser tratadas con mucho cuidado en tanto que pueden deformarse si las condiciones de humedad ambiental, de temperatura y almacenamiento están por debajo de las ideales. Siempre que sea posible, el odontólogo debe ser la persona encargada no sólo de tomar las muestras sino también de su transporte y almacenaje en el laboratorio hasta su análisis y estudio.

Para poder comparar el ADN de la saliva recogida de la mordedura con el de todos los sospechosos, es necesario tomar una muestra del ADN de cada uno de éstos. Generalmente no es el odontólogo la persona encargada de realizar este procedimiento; en su lugar, otros investigadores o especialistas, tales como policías o personal médico, se encargan de la recogida de muestras de sangre completa de los sospechosos.

D) Análisis

Las medidas de las marcas dentales de la mordida y de los dientes del sospechoso pueden compararse para establecer si estos rasgos son o no similares. Cualquier discrepancia podría considerarse un argumento para excluir

a un sospechoso en particular, aunque el odontólogo debe tener siempre presente que la elasticidad y el movimiento potencial de la piel durante la mordedura pueden explicar algunas discrepancias. Por regla general, una marca en la piel no puede ser más pequeña que el diente o la parte de éste que es responsable de dicha marca. No obstante, las marcas en la piel pueden ser mayores que el diente debido a la contusión y/o movimiento de la piel o del diente durante el mordisco u otros factores similares.

La mayor parte de los procedimientos de los análisis físicos implican la comparación del patrón de los dientes con el patrón de la marca de mordedura. Gran importancia tienen la forma y tamaño total de la dentadura del sospechoso. Este proceso de comparación se completa utilizando tanto las características de los arcos dentales (disposición y patrón de los dientes dentro de la estructura maxilar) así como el estudio de los dientes de forma individualizada (dientes ausentes, rotaciones, espacios, esquirlas y fracturas, restauraciones ausentes y otros rasgos que permitan la individualización) (12, 13).

La asociación de patrones se puede realizar utilizando imágenes de los dientes del sospechoso generadas por ordenador impresas en una transparencia, por ejemplo de papel de acetato, a tamaño real. Estas transparencias de comparación se pueden colocar sobre las ampliaciones fotográficas al mismo tamaño real de la huella de la mordida para poder comparar la forma, posición y disposición de los dientes y de los arcos dentales con la finalidad de determinar el grado de similitud entre ellas.

Otro método muy útil para la valoración del tipo de lesiones que los dientes del sospechoso pueden causar es realizar mordeduras de prueba. Los modelos dentales que fueron obtenidos de las impresiones recogidas del sospechoso se utilizan para morder un sustrato. Posteriormente, la huella de mordida de prueba se compara con la huella de la mordida problema. Comparando el patrón producido por los dientes del sospechoso en el sustrato de prueba con la huella de la mordedura que fue encontrada en la víctima, se puede llegar a conclusiones sobre la participación del sospechoso en la realización de la lesión por mordedura.

E) Posibles conclusiones

Es posible excluir que los dientes de un sospechoso no causaron la huella de la mordida. Esta es una conclusión de gran trascendencia en tanto que libera al sospechoso de otras posibles futuras sospechas. Además, esta conclusión conlleva un alto grado de certeza. Puesto que el patrón de los dientes no concuerda con la huella de la mordedura, este sospechoso no mordió a la víctima.

Éste no es el caso en que los dientes del sospechoso no pueden excluirse como causantes de la lesión por mordedura. Mientras que no existan métodos para calcular una probabilidad estadística del nivel de coincidencia entre los dientes y la herida, no es posible expresar en términos numé-

ricos un intervalo de confianza. En cierta medida, la experiencia, la habilidad, el conocimiento y la formación del odontólogo se utilizan para determinar el grado de certeza en las conclusiones.

Estos grados abarcan desde consistente (puede haber o no puede haber producido la mordedura), probable (muy probablemente produjo la mordedura), y hasta definitivo o absoluto (existe una certeza razonable que el sospechoso produjo la mordedura) (14). Estas conclusiones han dado lugar a muchos problemas en el pasado a causa de que pueden ser interpretadas de muchas formas por los jueces y los jurados, y no tienen además el mismo significado para odontólogos diferentes. Ésta es actualmente un área de mucha investigación; se están realizando intentos para unificar criterios con relación a estos temas al objeto de desarrollar un protocolo estandarizado para la interpretación de los resultados de los análisis de las huellas de mordeduras.

La mayor parte de los peritos con experiencia coinciden en que debido al alto grado de deformidad inherente a los tejidos humanos, el odontólogo debe ser extremadamente conservador en cualquier conclusión alcanzada en estos casos. Las variaciones en el modelo humano, las diferencias de los tipos de tejidos para las distintas edades y grupos étnicos, los problemas de pigmentación, la grasa y músculos subyacentes, etc., todos estos factores contribuyen a la complejidad de esta prueba pericial. No menos importantes son temas tales como la incidencia de rotaciones dentarias, la separación entre piezas, las fracturas, etc., que también varían entre los grupos de edad y sexos y para los que no se disponen de datos de frecuencias.

F) Elaboración de informes y presentación de la prueba pericial en juicio

El odontólogo puede verse implicado en un caso en particular por múltiples motivos y, de hecho, a petición de muchas autoridades. Por ejemplo, en casos de víctimas mortales en agresiones sexuales en las que se encuentran huellas de mordeduras, el odontólogo puede ser llamado para identificar a la víctima por el estudio bucal y la posterior comparación con el odontograma disponible en la historia clínica dental. Otras autoridades pueden entonces solicitar un odontólogo especializado para recoger indicios físicos y biológicos de las huellas de mordeduras y comparar, posteriormente, dichos indicios con las muestras procedentes de los sospechosos. Es importante tener en cuenta que en algunos casos, no es posible hacer las comparaciones porque no se ha encontrado a ningún sospechoso.

Si hay un sospechoso posible para la comparación con la herida de la mordedura, la autoridad competente puede solicitar al odontólogo que realice la comparación y que elabore las conclusiones. Por último, cabe la posibilidad de que el odontólogo sea llamado a prestar declaración ante el tribunal en la fase del juicio oral.

CONCLUSIÓN

El papel del odontólogo forense cambia a lo largo de su participación en un caso de huella de mordedura. Es necesario que el odontólogo esté familiarizado con el aspecto de las huellas de mordeduras en distintos sustratos; tenga un conocimiento suficiente y preciso de la dinámica de la mordida y de la oclusión dental; conozca las propiedades físicas de los materiales dentales; sea imparcial con respecto a las comparaciones físicas y, por último, pueda explicar a otros los resultados y las conclusiones.

RECONOCIMIENTOS

El autor agradece a la Dra. A. Valenzuela, Universidad de Granada, España, su invitación a la colaboración científica con este artículo y al Dr. Iain A. Prety, Universidad de Manchester, Inglaterra, por subir el listón de esta disciplina.

REFERENCIAS

1. Vale GL, Noguchi TT. Anatomical distribution of human bitemarks in a series of 67 cases. J Forensic Sci 1983;28:61-69.
2. Pretty IA, Sweet D. Anatomical locations of bitemarks and associated findings in 101 cases from the United States. J Forensic Sci 2000; 45(4):812-814.
3. Bernstein ML. Nature of bitemarks. En: Bitemark Evidence. Dorion RBJ, editor. New York, NY: Marcel Dekker Inc, 2005; 60.
4. Kenney JP, Spencer DE. Child Abuse and Neglect. En: Chapter 6 – Manual of Forensic Odontology, Bowers CM, Bell GL, editores. Colorado Springs, CO: American Society Forensic Odontology, 1995.
5. Sweet DJ, Lorente JA, Lorente M, Valenzuela A, Villanueva E. PCR–based typing of DNA from saliva recovered from human skin. J Forensic Sci 1997;42(3):447-451.
6. Bernstein ML. Nature of bitemarks. En: Bitemark Evidence. Dorion RBJ, editor. New York, NY: Marcel Dekker Inc, 2005; 60-75.
7. Golden GS, Wright FD. Photography. En: Bitemark Evidence. Dorion RBJ, editor. New York, NY: Marcel Dekker Inc, 2005; 87-167.
8. Dorion RBJ. Bitemark Impressions. En: Bitemark Evidence. Dorion RBJ, editor. New York, NY: Marcel Dekker Inc, 2005; 203-207.
9. McDowell JD. Role of Health Professionals in Diagnosing Patterned Injuries from Birth to Death. En: Bitemark Evidence. Dorion RBJ, editor. New York, NY: Marcel Dekker Inc, 2005; 35-36.

10. SWEET DJ, LORENTE JA, LORENTE M, VALENZUELA A, VILLANUEVA E. An improved method to recover saliva from human skin: The double swab technique. J Forensic Sci 1997; 42(2):320-322.

11. JOHNSON LT. The Suspect. En: Bitemark Evidence. Dorion RBJ, editor. New York, NY: Marcel Dekker Inc, 2005; 415-421.

12. SWEET DJ, PRETTY IA. Teeth as weapons of violence-Identification of bitemark perpetrators. Brit Dent J 2001;190(8):415-418.

13. DAILEY JC. The Comparison. En: Bitemark Evidence. Dorion RBJ, editor. New York, NY: Marcel Dekker Inc, 2005; 423-451.

14. American Board of Forensic Odontology. ABFO Guidelines and Standards. En: Chapter 11 - Manual of Forensic Odontology, Bowers CM, Bell GL, editores. Colorado Springs, CO: American Society Forensic Odontology, 1995.



Figure 1. A human bitemark on the left aspect of the back of a living victim of assault.

Figura 1. Aspecto de una huella de mordedura humana en la parte izquierda de la espalda de una víctima viva.

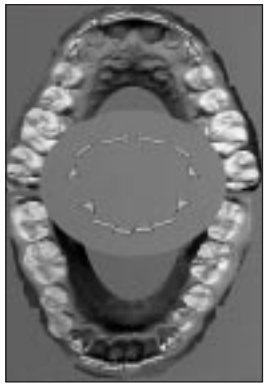


Figure 2. Geometrical shapes caused by various upper front and lower front teeth.

Figura 2. Formas geométricas producidas por los dientes anteriores superiores e inferiores.

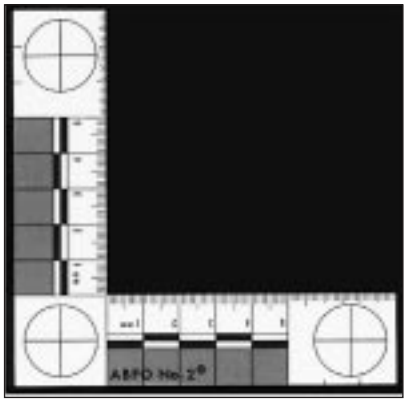


Figure 3. The ABFO No. 2 scale used for measurements and standardized photographic enlargements.

Figura 3. La escala ABFO Nº 2 utilizada para mediciones y ampliaciones fotográficas estandarizadas.

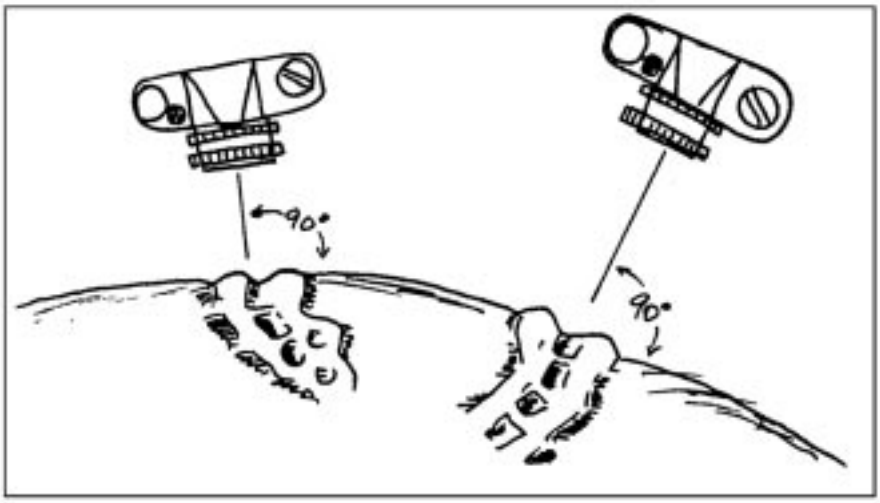


Figure 4. The position of the camera relative to the injury site is extremely important for accuracy of the evidentiary photographs.

Figura 4. La posición de la cámara con respecto al lugar de la mordedura es sumamente importante para la exactitud de las fotografías probatorias.

Ciencia Forense, 7/2005: 111-124

IDENTIFICACIÓN EN ODONTOLOGÍA A TRAVÉS DE LOS TEJIDOS BLANDOS

RAFAEL HINOJAL FONSECA*
ANDRÉS MARTÍNEZ CORDERO**

Resumen: Se exponen la Queiloscopia y la Palatoscopia para la identificación de individuos a través de tejidos blandos orofaciales.

Recogemos las clasificaciones de cada una de ellas, sus características, las técnicas de revelado y sus aplicaciones tanto en identificación de sujetos vivos como en cadáveres recientes.

Resaltamos su interés en el ámbito de la criminología para relacionar la presencia de un individuo en el lugar del delito.

Palabras clave: Queiloscopia. Palatoscopia. Identificación

Abstrat: The Cheiloscopy and the Palatal rugae pattern for the identification of individuals through orofaciales soft weaves are exposed.

We gather the classifications of each one of them, its characteristics, the techniques of revealed and their applications as much in identification of alive subjects like in recent corpses.

We emphasized its interest in the scope of the criminology to relate the presence of an individual in the scene of the crime.

Key words: Lip prints (cheiloscopy). Palatal rugae pattern. Human identification.

* Catedrático de Medicina Legal y Forense. Universidad de Oviedo.

** Doctor en Medicina y Cirugía. Licenciado en Odontología. Colaborador del Área de Medicina Legal y Forense. Universidad de Oviedo. C/ Julián Clavería, s/n. 33006 Oviedo.

INTRODUCCIÓN

La lofoscopia, según Santamaría, es la ciencia que estudia las huellas. Dependiendo del área cutánea a valorar, recibe un nombre u otro: Así, la dactiloscopia estudia las huellas digitales, la palametoscopia se ocupa de las huellas palmares, la pelametoscopia de las huellas plantares o la queiloscopia de las huellas labiales (1).

La dactiloscopia se ha convertido en el método habitual de identificación de los individuos a través de tejidos blandos. Esta palabra, proviene del griego Daktilos que significa dedo y Skopein que quiere decir examinar. Podemos definirla como la ciencia que trata de la identificación de las personas por medio de las impresiones digitales de los diez dedos de sus manos (2).

Esto es posible gracias a una serie de características que confieren a las huellas dactilares la capacidad de ser utilizadas con fines de identificación (3):

1. Inmutabilidad del dibujo dactilar desde que aparece en la vida intrauterina, perdurando hasta muy avanzado el proceso de putrefacción del cadáver.
2. Inalterabilidad a lo largo de la vida, con la excepción de las heridas profundas que producen una lesión cicatricial. No obstante, este elemento lesional, también posee características que facilitan la identificación.
3. Variabilidad, lo que hace que sea estadísticamente difícil encontrar 2 sujetos con el mismo dactilograma para todos sus dedos.
4. Posibilidad de clasificación, facilitándose su archivo y ordenación, de tal forma que puedan ser localizadas fácilmente.

También los tejidos blandos orofaciales presentan estas características, pudiendo ser utilizados con fines identificativos. En este sentido, se han estudiado las huellas producidas por los labios y las rugosidades del paladar, lo que se conoce como Queiloscopia y Palatoscopia respectivamente.

A. QUEILOSCOPIA

Etimológicamente, queiloscopia viene del griego cheîlos que significa labio y skopeîn, observar. Es una especialidad de la odontología forense que se encarga del estudio, registro y clasificación de las configuraciones de las huellas labiales.

López-Palafox resalta el interés de la Queiloscopia para identificación de delincuentes, al establecer la relación entre las huellas que éstos han dejado de sus labios en objetos hallados en la escena del delito (4).

Su aplicación a la criminología como método de identificación ya fue sugerida por Diou en 1930, Le Moyne Snyder en su libro Homicide Investigation e incluso por los doctores japoneses Suzuki y Tsuchihashi en 1964.

METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE LAS HUELLAS LABIALES

Para el estudio de la queiloscopia, nos interesa la denominada zona de Klein y es necesario tener en cuenta: el grosor de los labios, la forma de las comisuras labiales, así como los surcos o huellas que dejan. Habrá que observar al individuo de frente y de perfil, con la cabeza orientada en el plano de Frankfort (5).

A. Según su grosor, los labios pueden clasificarse en:

   - Delgados: cuando la mucosa del labio superior es ligeramente visible, más frecuentes en la raza blanca europea.
   - Medios: con la mucosa más redondeada y visible en un espacio de 8 a 10 milímetros.
   - Gruesos o muy gruesos: cuando la mucosa es muy visible.
   - Voluminosos: cuando los labios están fuertemente vueltos hacia el exterior, más frecuentes en individuos de raza negra.
   - Mixtos: con características combinadas de los anteriores.

   También se aprecia cómo el labio inferior es más grueso en la mujer que en el varón (6).

B. La clasificación de las comisuras labiales, se realiza mirando al sujeto de frente, el cual tendrá su plano de Frankfort paralelo al suelo. De esta forma las comisuras se dividen en horizontales, abatidas y elevadas (5, 7) según se aprecia en la siguiente figura 1.

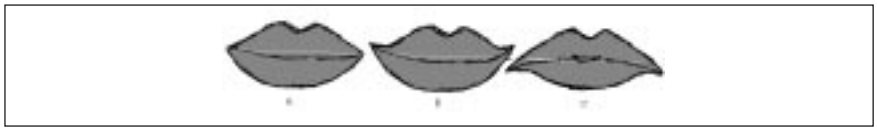


Figura 1: Formas de comisuras labiales: A. Horizontales, B. Elevadas, C. Abatidas.

Barranquero señala la variación de la morfología de los labios a lo largo de la edad, engrosándose la porción central al tiempo que los bordes laterales se van haciendo más cóncavos (6).

C. Las huellas dejadas por los labios constituyen un elemento identificador, dado que cumplen las características descritas para las huellas dactilares.

   - La inmutabilidad y perennidad de estos surcos, durante toda la vida.

- Son inalterables, observándose cómo se recuperan después de afecciones como el herpes.
- Son individuales para cada persona, con una base genética e incluso diferentes en gemelos monocigóticos. Estadísticamente la probabilidad de hallar dos huellas idénticas fue establecido por Kolgomorov en $0{,}55 \times 10^{-11}$ (6).

No existe un método único y universalmente aceptado para el estudio de las huellas labiales, sino que diversos autores han ido proponiendo diversos sistemas clasificatorios.

Clasificación de las huellas labiales

1. Clasificación de Martín Santos

Este autor efectúa una clasificación de las huellas labiales en simples y compuestas. Dentro de las simples incluye: línea recta, línea curva, línea angular y línea sinusoidal. En el apartado de las huellas compuestas estarían aquellas integradas por dos o más formas distintas, como son las líneas con dos ramas, líneas con tres ramas y las líneas correspondientes a formas no ordinarias.

A cada tipo de estría se le asigna un código alfa-numérico y se le sitúa en el cuadrante correspondiente.

2. Clasificación de Renaud (8)

Se dividen los labios en lado derecho designándolo con la letra «D» para el superior y «d» para el inferior y en lado izquierdo con la letra «I» para el superior y la letra «i» para el inferior.

Describe 10 tipos de marcas labiales (figura 2) y se designan con letras de la A a la J, utilizando las letras en minúscula para el labio superior y en mayúscula para el labio inferior:

A. a. Verticales completas.
B. b. Verticales incompletas.
C. c. Bifurcadas completas.
D. d. Bifurcadas incompletas.
E. e. Ramificadas completas.
F. f. Ramificadas incompletas.
G. g. Reticuladas.
H. h. En aspa o X.
I. i. Horizontales.
J. j. Otras formas: elipse, triángulo, uve, microsurcos.

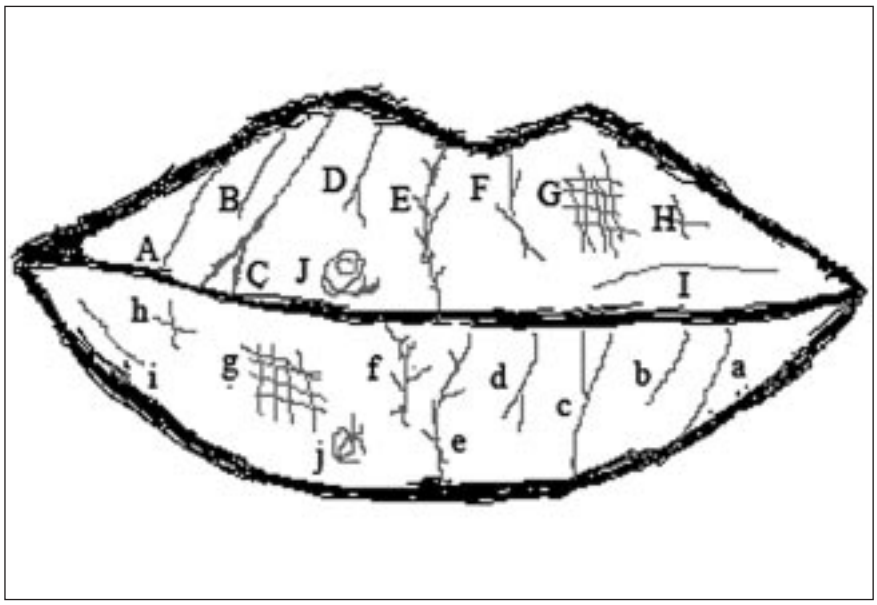


Figura 2: Clasificación de Renaud.

La notación de la huella labial constituye una fórmula lineal precedida de la letra que indica el cuadrante del labio al que nos referimos.

3. Clasificación de Suzuki y Tsuchihashi (9)

Clasifican las huellas labiales en 6 tipos, atendiendo a la forma y curso de las estrías que aparecen en éstas. Utilizan 2 ejes para su estudio, uno vertical y otro horizontal, a modo de ejes de coordenada, donde sitúan los tipos de huellas encontrados.

Tipo I. Estrías verticales.

Tipo I'. Estrías verticales incompletas.

Tipo II. Estrías con bifurcaciones en su trayecto.

Tipo III. Estrías que se cortan entre sí.

Tipo IV. Estrías reticuladas.

Tipo V. Estrías que no corresponden a los grupos anteriores.

4. Clasificación de Anchar-Bayat (10)

Esta clasificación se realiza en función de los pliegues y las fisuras de los labios y distingue seis grupos, que se corresponden con los de Suzuki y

Tsuchihashi, pero cambiando la nomenclatura de tipos en números romanos por tipos A1, A2, B, C, D, E.

5. Clasificación de Oviedo (11)

Partiendo de la clasificación de Suzuki y Tsuchihashi, distinguen entre rasgos o fisuras superficiales o profundas. Describen los siguientes trazos fundamentales:

- Fisuras trasversales al labio, que pueden ser totales, parciales externas o parciales internas.
- Fisuras arborescentes, trasversales al labio, con origen en reborde interno o externo y con ramas que se abren hacia la boca o hacia el borde externo.
- Lobulaciones y dentro de ellas:
  - Fisuras longitudinales al labio, totales o parciales.
  - Fisuras convergentes o divergentes a la comisura labial.
  - Fisuras superficiales en red.
  - Fisuras oblicuas.

6. Domínguez y Romero (12)

Amplían la clasificación de de Suzuki y Tsuchihashi, en lo que respecta al tipo II, dejando el resto de tipos sin modificar.

Señalan como tipo II aquellos casos en los que las bifurcaciones se producen hacia arriba en el labio superior y hacia abajo en el labio inferior; y como tipo II' aquellos en los que se encuentran en el mismo labio bifurcaciones hacia arriba y hacia abajo.

Revelado de las huellas labiales

El dibujo de las huellas labiales, puede ser obtenido, a partir de los labios o de una superficie en la que previamente se han apoyado los labios dejando su impronta.

Siguiendo a López-Palafox, vamos a enumerar diferentes métodos de revelado (4):

1. Reactivos mecánicos

- *Carbonato de plomo.* Es un polvo blanco que se puede extender sobre casi todo tipo de superficies, preferiblemente lisas y pulimentadas. No es útil sobre papel o superficies claras ya que impiden el visionado por el color blanco de este producto. En desuso, dada la toxicidad del plomo.

- *Negro de marfil.* Conocido como «negro de humo», es un polvo fino indicado para ser aplicado sobre superficies blancas. Tiene el inconveniente de ser muy sucio e incómodo de manejar.
- *Betún de Judea.* Reactivo en forma de polvo color burdeos oscuro que se aplica con pincel sobre una superficie de cartulina semisatinada en la que previamente se ha estampado una huella de los labios impregnados en grasa de cacao.
- *Reactivo magnético negro.* Es útil para el revelado de huellas dactilares o labiales que están depositadas sobre superficies no metálicas y sobre papel. El dibujo obtenido es menos nítido que con betún de Judea, pero su uso es cómodo y más limpio.
    - *Nitrato de plata.* Resulta útil para la visualización de huellas labiales en superficies de madera no tratada o de corcho.
    - *Óxido de titanio.* Al mezclarlo con virutas de hierro dulce, permite unos resultados tan buenos como los del carbonato de plomo, pero sin sus inconvenientes.

2. Reactivos químicos

- *DFO (1,8-Diazafluor-9-nona*). Útil en la recogida de huellas latentes en superficies porosas.
- *Ninhidrina.* Este reactivo se aplica con un pulverizador sobre la superficie de papel en la que se encuentra depositada la huella labial. Para hacerla visible, se somete esta superficie a 40-50° de temperatura. El principal inconveniente viene dado por el alto coste económico de la técnica.
- *Cianoacrilato.* La aplicación de vapores de este producto permite recuperar huellas latentes de superficies no porosas.

B. PALATOSCOPIA

Siguiendo a Rioboo, la podemos definir como «el estudio de las características de la mucosa del paladar, sobre todo en lo referente al rafe palatino, papila palatina, rugosidades palatinas y fóvea palatina, en cuanto a su valor en la identificación humana» (5).

Se suelen encontrar para referirse a esta disciplina los términos palatoscopia o rugoscopia, si bien el primero se refiere al estudio del paladar y el segundo al estudio de las rugosidades de la mucosa.

Las rugas palatinas comparten las características que permiten a las huellas en general tener propiedades identificativas: invariabilidad, inmutabilidad, permanencia a lo largo de la vida y variabilidad; además de poder ser objeto de clasificación.

Esto permite su aplicación para identificar:

- Individuos vivos.
- Cadáveres recientes.
- Cadáveres modificados, ya sean antiguos o recientes.

Recuerdo anatómico

Las papilas palatinas son crestas mucosas irregulares y trasversales, que se sitúan en el paladar rugoso, antes del 1er molar. A ese nivel, la fibromucosa palatina se adhiere firmemente al periostio. Existen de cuatro a siete papilas palatinas en cada persona, siendo más numerosas en el varón y no existiendo diferencias raciales demostradas.

- Papila incisiva, carúncula o tubérculo palatino, se inserta entre los incisivos centrales. Se corresponde con el conducto palatino anterior por el que salen nervios y vasos nasopalatinos, pudiendo prolongarse por el frenillo del labio superior.
- Rafe palatino, que parte de la papila incisiva y discurre recubriendo la sutura de los huesos palatinos, dividiendo el paladar en dos partes.
- Papilas palatinas laterales anteriores. Se sitúan trasversalmente a derecha e izquierda del rafe medio, entre la papila incisiva y el canino.
- Papilas palatinas laterales posteriores. Con frecuencia son asimétricas.

Las rugas tienen las funciones de palpación y prehensión de los alimentos, para evitar lesiones a la mucosa bucal.

Métodos de recogida y registro

1. Inspección directa del paladar, con la ayuda de un espejo.
2. Mediante toma de impresiones con alginato, hidrocoloides o siliconas y vaciado de modelos en escayola. Es el método de elección, por su precisión para reproducir las rugas.
3. Mediante fotografía intraoral o palatofotografía. Se introduce un espejo en la boca abierta, apoyado en la arcada inferior y reflejando la imagen del paladar, que será fotografiada. Hay que tener presente, que la imagen obtenida esta invertida respecto al paladar original.
4. Por calcorrugoscopia realizada sobre los modelos de yeso.
5. Fotografía sobre modelos de yeso, en los que se han marcado las rugas con grafito. La papila incisal deberá quedar paralela al plano de la película, según se aprecia en la figura 3.
6. Estereoscopia. Consiste en el examen de dos fotografías tomadas simultáneamente desde dos puntos de observación diferentes, con la misma cámara y según ejes paralelos, lo que proporciona una imagen con sensación de relieve.

CLASIFICACIÓN

Se valora tanto el rafe palatino como las rugas palatinas:

a. El Rafe palatino puede tener diferentes formas básicas:
   * Simple: la papila tiene forma de punto.
   * Compuesta: la papila tiene una prolongación que llega a una línea imaginaria trazada desde la cara distal del canino derecho hasta la cara distal del canino izquierdo.
   * Premolar: si la papila llega con su prolongación a la línea trasversa e imaginaria trazada desde la cara distal del segundo premolar derecho hasta la cara distal del segundo premolar izquierdo.
   * Molar: si la papila tiene una prolongación que sobrepasa a la anterior.

b. Las rugas palatinas consideradas de forma individual, se pueden dividir y clasificar:
   A. Según la longitud, en largas y cortas.
   B. Con relación a su grosor, en gruesas, finas medianas y mixtas.
   C. Por sus bordes, en regulares e irregulares.
   D. Por su disposición, en simples, bifurcadas y trifurcadas.
   E. Con respecto al tamaño, en pequeñas, medianas y grandes.

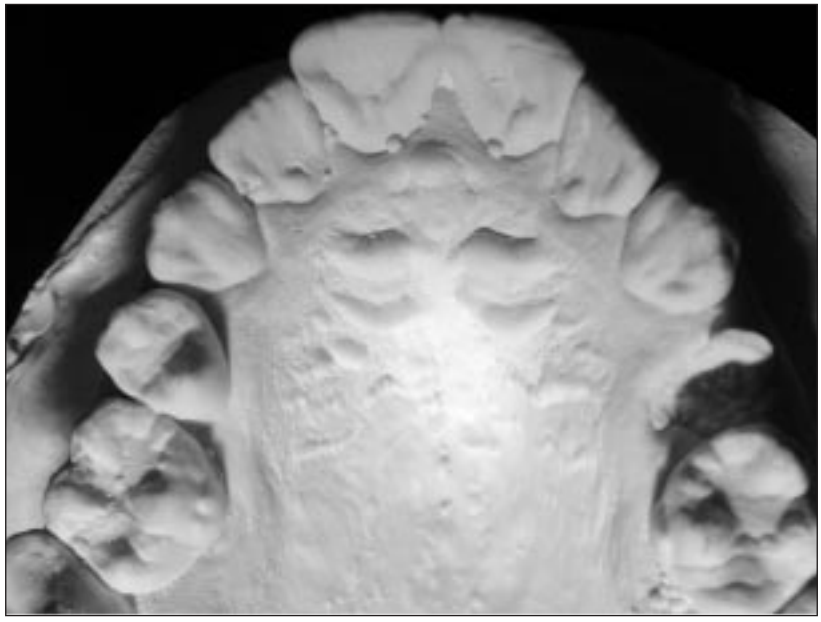


Figura 3: Palatoscopia.

En cuanto a la orientación con respecto al plano de la papila incisiva y el rafe medio del paladar, el rugograma se puede dividir en cuatro tipos:

- Tipo I: de dirección mesial.
- Tipo II: de dirección lateral.
- Tipo III: de dirección distal.
- Tipo IV: de dirección variada.

Diversos autores han intentado sistematizar los datos obtenidos en las rugoscopias. A continuación detallamos diversas clasificaciones:

1. Clasificación de López de León.–Este autor distingue cuatro grupos de temperamentos:
   - Bilioso (B).
   - Nervioso (N).
   - Sanguíneo (S).
   - Linfático (L).

Y sostiene que están relacionados con las rugas palatinas. Clasifica las rugas en simples y compuestas.

- Dentro de las simples distingue: rectas, curvas, ángulos o vértices y circulantes u onduladas.
- Las rugas compuestas están formadas por dos o más rugas.

Por otro lado divide el paladar en lado derecho (D) y en lado izquierdo (I).

La exploración del paladar con este sistema, denominada rugograma, se expresa en forma de quebrado, donde el numerador es el lado derecho y el denominador el lado izquierdo, a la izquierda de las iniciales D e I se pone la inicial del temperamento y a la derecha una cifra que indica la cantidad de rugas que hay a cada lado.

2. Clasificación de Da Silva.–Se basa en los mismos conceptos que López de León. Clasifica las rugas simples y les otorga un dígito:
   - Recta (1).
   - Curva (2).
   - Angulosa (3).
   - Circular (4).
   - Ondulada (5).
   - Punto (6).

Las compuestas que resultan de la unión de varias simples, se designan con los dígitos de sus componentes.

Para designar las rugas, las nombraremos en el orden de las variedades simples, escribiendo el número hallado para cada una de ellas. Así, por ejemplo si en el lado derecho tenemos 3 rugas rectas, 0 curvas, 2 angulosas, 1 círculo, 2 onduladas y 3 puntos, su representación sería la siguiente: *3 0 2 1 2 3*. De igual modo se expresaría para el lado izquierdo, y posteriormente se realiza la fórmula final, que resulta de la suma total de ambos lados.

3. Clasificación de Trobo. Se mantiene la diferenciación entre simples y compuestas o polimorfas. Las simples se van a representar con letras mayúsculas:
    - Punto (A).
    - Recta (B).
    - Curva (B).
    - Ángulo (C).
    - Sinuosa (D).
    - Círculo (E).

Las formas compuestas formadas por varias simples, se representan por la letra X.

Diferencia entre rugas principales que están cerca del rafe y se representan con letras mayúsculas y rugas derivadas que provienen de las principales, designándose con minúsculas. Al trascribirlas, se separan de la principal por dos puntos y las derivadas terminales por un punto.

4. Método de Basauri. Consiste en una ficha archivo, a la que se denominó «ruga palatina», dividida en 10 casilleros, cada uno de los cuales esta destinado para colocar el dibujo correspondiente a cada arruga y cuyos tipos son los siguientes (13):
    - Cinco simples:
        - Punto (0).
        - Recta (1).
        - Curva (2).
        - Ángulo (3).
        - Sinuosa (4).
        - Círculo (5).
    - Cuatro compuestas:
        - Y griega (6).
        - Cáliz (7).
        - Raqueta (8).
        - Rama (9).

5. Método de Correa. Clasifica las rugas en cuatro grupos, otorgándoles un número y un símbolo alfabético (14):
   - Punto-1-P.
   - Recta-2-D.
   - Curva-3-D.
   - Compuesta-4-Co.

   La formula rugoscópica se expresa en un quebrado:
   - En el lado derecho, la primera ruga que parte de la papila, se denomina inicial y las demás complementarias; colocándose en el numerador.
   - La primera ruga del lado izquierdo se llama subinicial y el resto subcomplementarias; trascribiéndolas en el denominador.
   - La inicial y subinicial se formulan alfanuméricamente y el resto de rugas de forma numérica.
6. Sistema de Cormoy. Se distinguen tres categorías de rugas en función de su longitud:
   - Rugas principales, de más de 5 mm, que se numeran en sentido anteroposterior.
   - Rugas accesorias de 3 a 4 mm.
   - Rugas fragmentarias de menos de 3 mm.

   Para cada ruga se expecifican sus características:
   - Forma: recta, curva u ondulada.
   - Origen.
   - Dirección, señalando si tiene ramificaciones.

Se señalan las rugas que tienen un origen común, las rugas discontinuas, accesorias y se estudia la papila.

Existen algunas malformaciones del paladar óseo, que pueden repercutir en la forma del paladar del individuo y por tanto en su palatoscopia (6). Estas malformaciones son:

1. Torus palatino: Es una excrescencia ósea convexa, exofítica, que se suele localizar en la región de la sutura mediopalatina.
2. Labio leporino.
3. Paladar hendido, por una falta de unión de los huesos palatinos a nivel medio.

CONCLUSIONES

Tanto la Queiloscopia como la Palatoscopia son técnicas que permiten la identificación individual de las personas; si bien, no son de uso habitual, dado que existen otras técnicas como la dactiloscopia de uso más extendido y sistematizado.

La Palatoscopia, hoy en día, mantiene su vigencia para realizar estudios en el campo de la antropología forense.

La Queiloscopia ha encontrado su aplicación en el campo de la criminología para el estudio de la investigación de delitos, en los que a partir de huellas labiales encontradas en el lugar del delito, se puede llegar a la identificación de personas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hinojal Fonseca R. Huellas humanas: Lofoscopia y Queiloscopia. Arch Fac Med. Oviedo. 1980, II, 1: 229-247.
2. Lubian y Arias R. Dactiloscopia. 2ª edic. Instituto Editorial Reus SA. Madrid. 1975.
3. Gisbert Calabuig JA. Medicina Legal y Toxicología. 5ª edic. Edit. Masson, Barcelona. 1998.
4. López-Palafox J. Aplicaciones ignoradas en Odontología Forense. Interés de la Queiloscopia en la averiguación de delitos. Maxillaris, 2001, 54-58.
5. Hinojal Fonseca R. Manual de Medicina Legal, Toxicología y Psiquiatría Forense. Edit. Sociedad Asturiana de Estudios y Formación Interdisciplinar en Salud. Oviedo 1997.
6. Barranquero Arola M. Queiloscopia. En: Bascones A. y col. Tratado de Odontología. Tomo IV. Ed. Smithkline Beecham SA. 1998, 4489-4492.
7. Moya V, Roldan B, Sánchez J. Odontología Legal y Forense. Ed. Masson, Barcelona, 1994.
8. Renaud M. L'identification chêilospique en médicine légale. La chirurgien dentiste de France. Nouv Med 1973, 2: 2617-2620.
9. Suzuki K. Tsuchihashi Y. Studies on personal identification by means of lipprints. Forens Sci 1974, 3: 233-248.
10. Anchar-Bayat M. Determination de l'identitè par les empreintes des livres chez les femmes d'Iran. Societé de Mèdecine Légale 1978, 589-592.

11. Oviedo Caiceido O. Meira Renato A. Determinación de la identidad por medio de las impresiones labiales. Rev Esp Med Legal 1988, año XV, 54-57.

12. Domínguez JM, Romero JL, Capilla MJ. Aportación al estudio de las huellas labiales. Rev Esp Med Legal 1975, II, 5: 25-32.

13. Basauri C. Contribution à la mise en systeme rugopalatinoscopique. Rev Int Police Crim 1975, 286: 80-83.

14. Correa A. Estomatología Forense. Ed. Trillas SA. México. 1990.

Ciencia Forense, 7/2005: 125-146

INTERÉS TOXICOLÓGICO DE LA CAVIDAD ORAL

ANTONIO HERNÁNDEZ JEREZ*

Resumen: Diferentes agentes químicos (tóxicos ambientales, medicamentos, etc.) pueden producir efectos adversos sobre la cavidad oral, siendo las principales estructuras diana la mucosa oral y los dientes. Estos últimos son especialmente susceptibles en dos periodos diferentes: durante su desarrollo embrionario y a lo largo de su proceso eruptivo. En esta revisión se abordan las principales lesiones tóxicas que pueden producirse en la cavidad oral (especialmente las lesiones premalignas y malignas) así como los diferentes compuestos químicos capaces de inducir tales lesiones tras exposiciones agudas o, lo que es más frecuente, crónicas. Especial énfasis se pone sobre el consumo de tabaco y alcohol así como sobre el flúor presente en las aguas de consumo. Finalmente se hace un planteamiento de la utilidad de la saliva como muestra alternativa en Toxicología forense, especialmente en seguridad vial, para detectar «in situ» (en controles de carretera) la conducción bajo la influencia de drogas de abuso.

Palabras clave: Tóxicos ambientales. Alcohol, Tabaco, Saliva, Lesiones orales.

Abstract: Common environmental chemicals and drugs can adversely affect human oral cavity; the teeth and oral mucosa being the main targets. Teeth are more susceptible to those agents during their embryonic development and after their eruption into the oral cavity. This review deals with the major toxic lesions from the oral cavity, focusing on premalignant and malignant diseases. The main chemicals capable of inducing either acute or chronic oral lesions are also described, paying particular attention to tobacco, alcohol and inorganic fluoride from drinking waters. At last, saliva is discussed as an alternative probe in forensic Toxicology for roadside control of illicit drugs in order to prevent driving under the influence of drugs.

---

* Prof. Titular de Toxicología. Facultad de Medicina. Universidad de Granada. Avda. Madrid, 11. 18071 Granada. Correo-E: ajerez@ugr.es.

Key words: Environmental chemicals. Alcohol. Tobacco. Saliva. Oral mucosal lesions.

I. CONSIDERACIONES GENERALES FISIOPATOLÓGICAS

1. Anatomofisiología de la cavidad oral (1, 2)

El conocimiento de la morfología de la cavidad oral es, al igual que ocurre con cualquier otro sistema u órgano, fundamental para comprender los efectos de diferentes agentes tóxicos. Está recubierta de una mucosa, compuesta por un epitelio escamoso estratificado, más o menos queratinizado. La lengua y el paladar están muy queratinizados, debido a que están sujetos a una gran fricción mecánica. Constituye la primera parte del sistema gastrointestinal e incluye las siguientes estructuras: glándulas salivares, lengua y dientes.

a) Las *glándulas salivares* tienen una estructura básica más o menos idéntica. Se trata de glándulas exocrinas constituidas por una porción secretora (mucosa, serosa o seromucosa) y un conducto excretor más o menos largo. Existen dos tipos: las accesorias, distribuidas de forma difusa por la mucosa de la cavidad oral y de la lengua (con canal excretor corto) y las principales, que forman órganos anatómicamente bien individualizados, con lóbulos y canales excretores largos, destacando entre ellas la parótida (serosa), la submaxilar (seromucosa) y la sublingual (seromucosa).

b) La *lengua* está constituida por una masa muscular central a base de fascículos de células musculares estriadas, recubierta directamente por una mucosa con la que se continúa. En el dorso de la lengua, y sobre el epitelio lingual, se disponen unas elevaciones más o menos voluminosas, denominadas papilas linguales que pueden ser de 3 tipos: filiformes (de menor volumen espacial), fungiformes y caliciformes (de mayor volumen espacial). Sobre las papilas linguales de mayor tamaño se sitúan las papilas gustativas, que presentan terminaciones nerviosas sensoriales.

c) Los *dientes* presentan tres partes: corona (parte del diente recubierta por el esmalte y, frecuentemente visible en la boca), raíz (parte del diente recubierto por el cemento y, normalmente, alojada en un alvéolo del maxilar superior o mandíbula) y el cuello (línea de unión entre las dos partes anteriores). Desde el interior hacia el exterior, cada diente está constituido por tres tipos de tejidos:

- la pulpa dentaria, alojada en la cavidad pulpar y que constituye el tejido vásculo-nervioso del diente.
- rodeando a la pulpa dentaria se encuentra la dentina, constituida por sustancia fundamental calcificada producida por los odontoblastos.

- la periferia del diente, constituida por esmalte a nivel de la corona y por cemento en las raíces. El esmalte es la sustancia más dura del organismo (97% sales cálcicas), secretada por los adamantoblastos durante la vida intrauterina.

Por su parte, la faringe es morfológicamente muy similar a la cavidad oral excepto por su tejido muscular, también estriado, pero en este caso involuntario. Comunica la cavidad oral con el esófago y las fosas nasales con la laringe, está más implicada tanto anatómica como funcionalmente con las vías aéreas, formando parte del aparato respiratorio, de ahí que quede fuera del presente capítulo.

La función más importante de la cavidad oral es la masticación, que puede considerarse como el principio del proceso de digestión de los alimentos. Dicha actividad se lleva a cabo de forma mecánica, por medio de la trituración dental, y funcional, gracias a la acción enzimática de la saliva sobre los alimentos.

2. Papel de la cavidad oral en la toxicocinética

Aunque la principal función de la cavidad oral está relacionada con la digestión, desde el punto de vista toxicológico desempeña un papel nada desdeñable en relación con algunas fases toxicocinéticas.

Absorción. Debido a la importante vascularización del suelo de la boca puede ocurrir una absorción sublingual. La velocidad de ingestión y masticación limitan la contribución de esta vía a la absorción general; sin embargo, en farmacología puede ser de utilidad en determinadas circunstancias, como por ejemplo, como vía de administración de agentes vasodilatadores (nitratos) o antiagregantes (salicilatos) ante los primeros síntomas de cardiopatía isquémica. Ello requiere un acto voluntario e intencional de mantener la medicación debajo de la lengua. Análogamente, cualquier otra sustancia química con adecuadas propiedades fisicoquímicas (liposoluble y capaz de disolverse) también puede absorberse en mayor o menor grado si se mantiene cierto tiempo en la cavidad bucal.

Eliminación (3). La transferencia de un compuesto básico o ácido entre compartimentos de diferentes pH, en el caso que nos ocupa del plasma a la saliva, depende de su pH y del pK_a, factores que determinan el grado de ionización en los diferentes compartimentos. La liposolubilidad de la forma no ionizada, transferible, también influye sobre su paso a través de las membranas. Además, éste se ve igualmente afectado por el tamaño molecular, de manera que el límite de transferencia está en torno a 500 daltons. Finalmente, la concentración de una sustancia en saliva con relación a la concentración plasmática depende de su unión a proteínas plasmáticas: sólo la fracción libre puede transferirse a la saliva.

El hecho de que los niveles de algunos compuestos en saliva sean proporcionales a los de plasma ha favorecido un interés creciente en el uso

de saliva para la monitorización de medicamentos. Basándose en el pK_a y la unión a proteínas puede calcularse la relación entre las concentraciones en saliva y plasma.

$$\frac{S}{P} = \frac{1 + 10^{(pKa-pHs)}}{1 + 10^{(pKa-pHp)}} \times \frac{f_p}{f_s}$$

S: saliva, P: plasma, pH_s: pH de la saliva, pH_p: pH del plasma, f_p: fracción libre en plasma, f_s: fracción libre en saliva.

Un importante inconveniente del uso de saliva para la monitorización terapéutica es la variabilidad del pH salivar, el cual cambia incluso cuando se estimula el flujo de saliva. En tales casos, para poder predecir los niveles plasmáticos es necesario corregir el pH salivar. En reposo, el pH de la saliva es más bajo que el del plasma, y muchos compuestos básicos tienen un pK_a más alto que el pH de saliva, por lo que aquéllos que sean liposolubles y no estén unidos en muy alta proporción a proteínas plasmáticas se distribuirán preferentemente en saliva. El cociente saliva/plasma para compuestos básicos con pK_a superior a 5.5 varía sustancialmente con el pH salivar. Por tanto, para predecir sus niveles plasmáticos a partir de los salivares sería necesario medir el pH de la muestra. Si se estimula el flujo de saliva, sube el pH y por tanto desciende el cociente saliva/plasma. Los cocientes saliva/plasma relativamente elevados para sustancias básicas les permiten penetrar en los tejidos (es decir, tienen elevados volúmenes de distribución). La saliva sería, por tanto, un medio útil para detectar sustancias básicas.

Biotransformación. Aunque la cavidad bucal está recubierta de un epitelio mucoso capaz de llevar a cabo reacciones de biotransformación, el escaso tiempo de contacto que normalmente establecen las sustancias que ingresan por vía oral limita esta función metabolizadora. No obstante, existe una vía indirecta que puede operar tras la eliminación salivar de algunos tóxicos y que está mediada por la actividad bacteriana de los microorganismos saprofitos presentes en la cavidad oral, especialmente en circunstancias de mala higiene oral que favorecen la proliferación de los mismos. Dicha actividad es básicamente anaerobia, por tanto de carácter fermentativo, que genera ciertos metabolitos a partir de restos de comidas. Se producen así algunas sustancias (ácido sulfhídrico entre ellas) que pueden reaccionar con determinados compuestos eliminados vía salivar, como es el caso de los cationes metálicos, y dar lugar a sulfuros metálicos que precipitan en medio ácido, dando lugar a bandas más o menos coloreadas tanto en la encía como en el diente que clásicamente se han utilizado en el diagnóstico de enfermedades profesionales producidas por exposición crónica a metales pesados.

II. SEMIOLOGÍA ODONTOESTOMATOLÓGICA DE ETIOLOGÍA TÓXICA

Halitosis (mal aliento). Es un signo clínico de gran interés en Toxicología, pues puede orientar acerca de la etiología de determinados cuadros tóxicos. El mal aliento puede ser una señal que indica un problema de salud. En ausencia de una adecuada higiene bucal, los restos de comida retenidos entre los dientes, alrededor de las encías y en la lengua pueden descomponerse y generar mal aliento. Además, estas circunstancias facilitan el crecimiento de bacterias en la boca, que por sí mismas pueden causar enfermedades de las encías o gingivitis. Los diferentes alimentos y bebidas también afectan al aliento (4). De forma llamativa, en el primer periodo de la intoxicación aguda por fósforo, es decir, en la fase gastrointestinal, aparecen eructos de olor aliáceo que pueden ser fosforescentes en la oscuridad (5).

Lesiones cáusticas (causticaciones, ulceraciones). Estas lesiones pueden tener una etiología suicida o accidental, incluyendo dentro de esta última la exposición laboral a gases o vapores ácidos. La ingesta de sustancias corrosivas o cáusticas va seguida de un dolor orofaríngeo intenso, con irradiación retroesternal y que dificulta el habla y la deglución, así como náuseas y vómitos, entre otra sintomatología. A la inspección visual se suelen observar lesiones necrótico-hemorrágicas en la cavidad orofaríngea, que tardan unos 15-20 minutos en aparecer, aunque su ausencia no descarta lesiones esofágico-gástricas. Las lesiones orofaríngeas son más frecuentes en el caso de ingesta de álcalis (lejía, sosa cáustica, potasa) que de ácidos (nítrico, sulfúrico, clorhídrico, fosfórico). Los álcalis, al contactar con la mucosa, producen una necrosis colicuativa o de licuefacción que favorece la penetración del agente en profundidad y, por tanto, originan quemaduras profundas, que pueden llegar a ser transmurales. Por su parte, los ácidos originan necrosis coagulativa, que da lugar a una escara firme que impide la penetración limitando así la profundidad de la lesión, salvo que se ingieran altas concentraciones. Habitualmente, la ingesta accidental conlleva poca cantidad de sustancia que el paciente escupe rápidamente, por lo que las lesiones son fundamentalmente orofaríngeas. Por el contrario, una ingesta suicida supone una mayor cantidad, por lo que aparecen, además, lesiones esofágico-gástricas (6). A nivel laboral se ha descrito una asociación positiva entre nieblas ácidas o mezclas de nieblas ácidas y gases ácidos y lesiones ulcerosas de la mucosa oral, cuando el trabajador no cierra los labios fuertemente durante la exposición. El mantenimiento de un proceso irritativo crónico puede constituir un paso intermedio en la cadena causal de la patogenia de los cánceres orofaríngeos (7).

Caries dental y Enfermedad Periodontal. La caries es una enfermedad bacteriana por gérmenes acidógenos que desencadenan un proceso destructivo de los tejidos duros dentales, progresando en profundidad . Existe un trabajo que relaciona la exposición pasiva a humo de tabaco y un mayor riesgo de caries dental, tanto en niños como en adultos. El riesgo de enfer-

medad periodontal en estos últimos es también mayor (8). Por otro lado, los dientes con niveles altos de plomo (los dientes acumulan plomo durante su desarrollo) son más susceptibles a presentar caries.

Decoloración. Las tetraciclinas, antibióticos muy empleados en niños, si se prescriben durante la etapa de desarrollo de los dientes pueden ocasionar decoloración de la dentina e incluso alterar el esmalte dental (8).

La *patología precancerosa* de la cavidad oral incluye la leucoplaquia, la eritroplasia, el liquen plano oral, la queilitis actínica, la candidiasis hiperplásica crónica, el lupus eritematoso discoide, la disqueratosis congénita y la fibrosis submucosa. Su etiopatogenia es fundamentalmente de tipo endógeno (susceptibilidad individual, alteraciones inmunológicas, estados carenciales, etc.) (9).

De todas las lesiones potencialmente malignas de la mucosa oral, la leucoplaquia oral es la más común (10). La OMS la define como «una placa blanca que no se desprende con el raspado y que no se puede identificar clínicamente con ninguna otra enfermedad conocida». Antiguamente se consideraban leucoplaquia las lesiones resultantes de mordeduras en la mejilla o labios, la queratosis friccional, la queilitis actínica, el paladar del fumador y otras lesiones atribuidas al tabaco, especialmente cuando se esnifa. La leucoplaquia oral no se suele diagnosticar antes de los 30 años de edad, siendo más frecuente en la quinta década de la vida. Los estudios epidemiológicos revelan que su prevalencia es muy variable a nivel mundial, oscilando entre un 0,2 y 11,7% en diversos grupos poblacionales. En un reciente estudio alemán, era de un 2,3% en hombres y un 0,9% en mujeres (10). Aproximadamente el 6% de todas las leucoplaquias se malignizan tras un periodo de 10 años, desempeñando un papel muy importante en dicha transformación maligna el consumo de tabaco (11). Por el contrario, las lesiones displásicas diagnosticadas histológicamente se malignizan en el 16-36% de los casos (10).

Numerosos estudios demuestran la relación existente entre la aparición de leucoplaquias y el consumo de tabaco, pues la prevalencia de leucoplaquia bucal es mayor en consumidores habituales de productos que contienen tabaco. La prevalencia es aún más alta si, además de fumar, existe deficiencia de ácido ascórbico, es decir, niveles plasmáticos inferiores a 25 mmol/L (12). Con respecto a la localización anatómica, las leucoplaquias del suelo de la boca son más frecuentes en fumadores que en no fumadores (13).

Los fumadores de puros tienen la menor incidencia de leucoplaquias y los fumadores de pipa, o los que fuman en pipa y además cigarrillos, tienen la más alta. Los fumadores de pipa a menudo desarrollan una lesión hiperqueratósica, de fondo blanquecino y piqueteado rojizo, mal denominada palatitis nicotínica. El piqueteado corresponde a las glándulas salivares menores del paladar, inflamadas por la acción térmica del humo del tabaco y no debidas a la nicotina (9).

Los riesgos industriales en ciertas fábricas también son responsables de una alta prevalencia de leucoplaquia oral. La lengua y el suelo de la boca son los sitios de predilección para la transformación neoplásica. En cualquier caso, esta lesión premaligna precisa de un examen histológico confirmatorio (11).

En los adictos a drogas por vía parenteral (ADVP), las lesiones orales se consideran signos importantes de infección por VIH, que indican una mayor gravedad del SIDA. Entre ellas las más comunes son candidiasis y leucoplaquia pilosa (14).

La eritroplaquia es una placa roja y elevada que se desarrolla dentro de la boca. Aunque es poco frecuente, se considera una lesión de alto riesgo para el desarrollo posterior de carcinoma escamoso.

Cáncer oral. El cáncer oral de células escamosas es uno de los diez cánceres más frecuentes del organismo. El 2% de todos ellos se localiza en la cavidad oral. Su incidencia aumenta con la edad y existen importantes diferencias geográficas y en los factores de riesgo. La mayoría de los individuos jóvenes con cáncer oral han estado expuestos a factores de riesgo tradicionales, como el tabaco, alcohol y dieta con bajo consumo de frutas y verdura. En países industrializados el 98% de los casos de cáncer oral aparecen en individuos de más de 40 años de edad, siendo la incidencia en hombres el doble que en mujeres. No obstante, en los últimos años se ha venido observando un aumento de la incidencia de cáncer oral entre los jóvenes. Sin embargo, en zonas de alta prevalencia, como algunas partes de la India, la incidencia de cáncer oral en mujeres es similar o incluso mayor que en hombres (10). El cáncer oral o bucal puede afectar a los labios, lengua, suelo de la boca, glándulas salivares, revestimiento de las mejillas, las encías o el paladar. La mayoría de ellos son, desde el punto de vista histopatológico, carcinomas espinocelulares, malignos y con tendencia a diseminarse rápidamente. Desde el punto de vista evolutivo surge como una enfermedad precancerosa que puede presentar o no signos histopatológicos de displasia epitelial. El límite físico entre la membrana basal del epitelio representa a su vez un límite de distinción entre el diagnóstico precoz y el diagnóstico tardío. Cuando el cáncer se extiende más allá de la membrana basal puede invadir vasos sanguíneos y linfáticos, así como el tejido conjuntivo subepitelial, lo cual favorece su diseminación (9).

Entre los principales factores etiológicos del precáncer y cáncer oral destacan el tabaco (fumado, mascado, o esnifado), responsable por sí mismo del 70-80% de los casos de cáncer oral. El humo y el calor de los cigarrillos, puros y pipas ejercen un efecto irritante de la mucosa bucal. Por su parte, el consumo excesivo de alcohol es otro factor de alto riesgo asociado con el cáncer oral. Otros riesgos son la dieta, una higiene oral deficiente y la irritación crónica (a consecuencia de dientes con bordes cortantes, dentaduras postizas mal adaptadas, empastes sobrecontornea-

dos, etc.). Las infecciones también contribuyen al desarrollo de cáncer oral, especialmente las producidas por el virus del papiloma humano y por Candida albicans.

El 95% de los casos de cáncer oral y faríngeo en EEUU se ha atribuido al tabaco, tanto fumado, masticado como esnifado. Además, existe una relación dosis-respuesta entre el consumo de tabaco y el desarrollo de cáncer oral. Los principales países occidentales donde se consume tabaco sin humo son los escandinavos (esnifado) y EEUU. Algunas formas de tabaco sin humo tienen una baja correlación con el precáncer y cáncer oral, mientras que por el contrario, el tabaco mascado («betel quid», «pan masala»), que se consume en el sur y sureste de Asia, está fuertemente relacionado con el precáncer y cáncer oral, así como con la fibrosis submucosa.

El alcohol se ha considerado siempre un factor etiológico del cáncer oral, de manera que el consumo excesivo del mismo es el segundo factor de riesgo más importante. El aumento del consumo de alcohol a partir de la década de 1950 está relacionado más estrechamente que el tabaco con la mayor incidencia y mortalidad de cáncer oral. Ambos agentes, alcohol y tabaco, actúan de forma sinérgica, de manera que el riesgo de cáncer oral es de 6 a 15 veces mayor en los que fuman y beben con respecto a los que no presentan estos hábitos. Este cáncer oral suele aparecer anatómicamente en la lengua y suelo de la boca (15). Es posible que el consumo crónico de alcohol incremente la permeabilidad para los hidrocarburos aromáticos policíclicos y nitrosaminas específicas del tabaco.

En cuento a la dieta, parece estar relacionada con la aparición de carcinoma de células escamosas del tracto digestivo superior. Una dieta sana protege del cáncer: el riesgo de cáncer del tracto digestivo superior se reduce con la ingesta de tiamina, niacina, alimentos ricos en fibra, frutas, vegetales, vitamina C y alimentos ricos en licopeno (p.ej., tomates). Los antioxidantes tipo vitamina A, C y E, contenidos en frutas y verduras de color rojo, amarillo y gris son capaces de neutralizar los radicales libres en las células dañadas.

Otros factores de riesgo son las infecciones, entre ellas por Candida albicans, más frecuente en fumadores. Las lesiones precancerosas (p.ej., leucoplaquia oral) tienen un mayor riesgo de transformación maligna en caso de sobreinfección por Candida. Por su parte, el virus del papiloma humano tipo 16 y 18 está presente en hasta el 80% de los carcinomas escamosos orales. También se ha observado que los pacientes inmunosuprimidos después de transplantes de órganos tienen una mayor incidencia de cáncer oral, especialmente del labio inferior. Los individuos con una deficiente higiene oral, por su parte, tienen un riesgo ligeramente mayor de desarrollar cáncer oral. Es posible que la peor higiene dental aumente la producción de acetaldehído en saliva a partir de alcohol (10).

En muchos casos el cáncer oral se inicia como leucoplaquia o afta. El principal síntoma es la presencia de una tumoración, úlcera o lesión de cualquier zona de la mucosa oral, generalmente pequeñas, de color pálido, oscuras o decoloradas, inicialmente indoloras pero que pueden provocar una sensación de ardor o dolor cuando el tumor está muy avanzado. Se suele asociar a otros síntomas adicionales del tipo alteración lingual, dificultad para deglutir, úlceras bucales o sabor anormal. El diagnóstico suele realizarlo el odontólogo tras revelar una lesión visible y/o palpable del labio, lengua u otra zona de la boca. A medida que el tumor aumenta de tamaño puede ulcerarse y sangrar y se pueden presentar dificultad para hablar, problemas de masticación o dificultad en la deglución, particularmente si el cáncer es en la lengua. El diagnóstico se confirma mediante biopsia y examen microscópico de la lesión. Si el cáncer se detecta a tiempo, antes de que se haya diseminado a otros tejidos, el porcentaje de curación es de aproximadamente un 75% (16).

III. PRINCIPALES TÓXICOS CAPACES DE AFECTAR LA CAVIDAD ORAL

En líneas generales, los dientes son más vulnerables durante su desarrollo y antes de la erupción a los efectos tóxicos de las sustancias químicas ambientales y medicamentos. En adultos se ha establecido una clara relación entre la enfermedad periodontal y la exposición ambiental a humo de tabaco, pero en el caso de los niños esta relación no es tan evidente (8).

1. Drogas de abuso

a) *Tabaco*

El tabaco se consume principalmente de dos formas: fumado, tal y como se hace en nuestro ámbito, y no fumado, denominado «tabaco sin humo» en los países anglosajones. Éste último es más común en Francia, Suecia y EEUU donde su consumo entre los jóvenes va en aumento ante la falsa creencia de que es menos perjudicial que el tabaco fumado. En el tabaco se han identificado unos 2.500 compuestos químicos, siendo la nicotina el alcaloide más importante, sustancia muy tóxica que, sin embargo, proporciona placer al fumador cuando su concentración no supera el 15%.

El humo del tabaco es el resultado de su combustión incompleta por incandescencia. Su parte visible está formada por un aerosol denso de partículas de alquitrán y nicotina de 0.1-8.0 µm de diámetro. La fase gaseosa del humo contiene sustancias tóxicas como alcaloides, monóxido de carbono e hidrocarburos aromáticos policíclicos, algunos de los cuales, como el benzo[a]pireno son potentes carcinógenos. El monóxido de carbono se encuentra en una proporción del 1-3% en el humo de los cigarrillos (2%

en el tabaco de pipa y 6% en el humo de los puros). El humo contiene también gases irritantes como formaldehído, acetaldehído, etc. Entre los principales componentes cancerígenos del tabaco destacan los hidrocarburos aromáticos policíclicos y las N-nitrosaminas específicas del tabaco (p.ej., nitrosonornicotina y 4-metil-nitrosoamino-1-3-piridil-butanona), siendo estas últimas las principales responsables del precáncer y cáncer oral tanto en individuos fumadores como en los que mascan tabaco (10). Las nitrosaminas se forman por N-nitrosación de la nicotina y de los alcaloides de la *Nicotiana tabacum* durante el procesado, almacenado y combustión del tabaco. Su concentración oscila entre 100 y 64.000 µg/kg de tabaco, mucho más alta que el límite permitido en EEUU para los productos alimentarios como el *bacon*, que es de 5 µg/g.

En el humo procedente de la combustión de cigarrillos de marihuana (cannabis) se han identificado unos 150 hidrocarburos aromáticos policíclicos, especialmente el benzo[a]pireno, siendo su concentración mayor que en el humo del tabaco. También se observan semejanzas entre el humo de la marihuana y el del tabaco en cuanto a su contenido en monóxido de carbono y ácido cianhídrico.

El humo del tabaco puede actuar sobre la mucosa oral por diversos mecanismos: químicos, biológicos, físicos y mecánicos (9):

a) En cuanto a la *acción química*, los componentes volátiles nitrogenados y las nitrosaminas específicas del tabaco son los carcinógenos más numerosos y potentes, produciendo tumores sistémicos lejanos al lugar de aplicación (por ejemplo, vejiga, páncreas). También originan aberraciones cromosómicas en las células de la mucosa bucal donde se aplica el tabaco, aumentando la aparición de micronúcleos en las mismas, lo que indica un efecto genotóxico.

b) Con respecto a la *acción biológica*, las lesiones precancerosas suelen asociarse a una disminución de células de Langerhans, que desempeñan una función protectora contra los mutágenos. Este hecho favorece también la colonización de las mucosas por el virus del papiloma humano, que favorece la transformación neoplásica de una lesión premaligna. Las candidiasis bucales se relacionan frecuentemente con algunos factores endógenos (trastornos inmunitarios y estados carenciales), así como con el hábito de fumar. Esta asociación entre tabaquismo y candidiasis favorece el desarrollo de lesiones precancerosas y de cáncer bucal.

c) En tercer lugar, la *acción térmica* (calor) es otro de los mecanismos por los cuales el tabaco provoca cambios en la mucosa bucal. Los fumadores de pipa presentan más lesiones palatinas, debido a la mayor concentración de productos de combustión y calor en dicha zona.

d) Finalmente, con relación a la *acción mecánica*, cualquier sustancia colocada regularmente en un punto específico de la mucosa bucal

puede provocar una alteración que tendrá unas características clínicas e histológicas distintas, según su composición. La presencia de restos radiculares o superficies cortantes y anfractuosas en la dentición, o una prótesis mal adaptada, pueden producir lesiones precancerosas, debidas al roce repetido con la mucosa. Algunos estudios realizados en fumadores de «tabaco sin humo» demuestran una clara relación entre el lugar de aplicación del tabaco y la aparición de leucoplaquias. Sin embargo, según estudios experimentales con animales, el efecto mecánico irritativo por sí solo no desencadena la formación de una lesión precancerosa en la mucosa oral, sino que, en el caso del tabaco, es necesaria la concurrencia de otros factores como podrían ser los de carácter térmico y químico.

El tabaco es un factor de riesgo de diversas lesiones orales, entre ellas cáncer oral, lesión mucosa, enfermedad periodontal (así como alteraciones de la cicatrización tras tratamientos periodontales), revestimiento lingual y caries (tanto coronal como radicular). La magnitud de su efecto sobre la aparición de estas enfermedades es alta. El humo del tabaco es responsable del 50% de las enfermedades periodontales y del 75% de los cánceres orales en USA (17). Además, el consumo de tabaco por parte de la madre (pero no del padre) se ha relacionado como un factor de riesgo con el desarrollo de caries en niños (8).

El tabaco también es un factor de riesgo importante para otros tipos de cánceres, además del cáncer oral. Todos los derivados del tabaco, incluyendo cigarrillos, puros, tabaco de pipa, tabaco de mascar y el rapé contienen sustancias tóxicas, entre ellas cancerígenos y nicotina. Según la Asociación Americana del Pulmón, los cigarrillos causan el 87% de todos los cánceres de pulmón. Además, los fumadores tienen seis veces más probabilidades de desarrollar alguna forma de cáncer en la cavidad oral que los no fumadores. Los fumadores de puros y pipas, aunque no inhalen el humo, presentan un mayor riesgo de cáncer oral y pulmonar. Los fumadores de pipas también tienen un riesgo elevado de padecer cáncer de labio en aquellas zonas donde descansa la pipa. En el caso de los puros, al contener mayor cantidad de tabaco y tardar más tiempo en consumirse, existe una mayor exposición a la corriente secundaria de humo. Además, fumar puros puede conducir a la pérdida de dientes, pérdida del hueso maxilar y otras enfermedades periodontales. El tabaco de mascar y el tabaco en polvo son formas de tabaco que se colocan entre la mejilla y las encías y que, aunque no sufran combustión, contienen diversas sustancias químicas (entre ellas agentes cancerígenos, formaldehído, arsénico, etc.). Al igual que con la pipa, el cáncer se desarrolla en la zona de la boca que habitualmente contacta con el tabaco. El cáncer suele comenzar como una leucoplaquia o eritroplaquia. El tabaco de mascar puede originar, además, enfermedades periodontales, decoloración de los dientes y mal aliento, entre otros (18).

Según un estudio americano, la aparición de lesiones orales en adolescentes que consumen tabaco sin humo constituye un indicador precoz de riesgo de cáncer oral. Dichas lesiones se observan en el 1,5% de los estudiantes (2,9% varones y 0,1% mujeres). De las dos formas de consumir el tabaco sin humo, esnifarlo tiene más riesgo de producir lesiones orales que mascarlo, aunque ambas muestran una relación dosis-respuesta (19).

b) *Alcohol*

Un estudio efectuado sobre 693 consumidores excesivos de alcohol en Londres mostró que el 28% de ellos presentaba lesiones de la mucosa oral, destacando queratosis friccional (8,8%), tejido cicatricial en los labios (4,8%), candidiasis (3,8%) y queilitis angular (3,0%). En cuanto a lesiones de la mucosa oral relacionadas con el alcohol observaron tres placas blancas compatibles con leucoplaquia y un carcinoma oral. Los autores concluyeron que el consumo simultáneo de alcohol y tabaco no modifica la prevalencia de lesiones de la mucosa oral (20). Sin embargo, un estudio español mostró una relación entre consumo alto de alcohol y tabaco en adultos mayores de 30 años y la aparición de queratosis traumática y leucoplaquia (21). Otro estudio ha observado una asociación entre queilitis actínica y el consumo de alcohol y tabaco (22).

c) *MDMA (éxtasis)*

Es una droga de diseño que ha adquirido un importante protagonismo social desde la década de los noventa. Entre las complicaciones físicas derivadas de su consumo cabe citar tensión mandibular y bruxismo, que llega a ser bastante molesto para los consumidores aunque desprovisto de gravedad. El bruxismo es un hábito consistente en rechinar y cerrar los dientes de forma involuntaria y en momentos inadecuados. Suele afectar a las personas que experimentan tensión nerviosa, ira, dolor o frustración frecuentes y a aquellas otras demasiado competitivas, apresuradas o con tendencias depresivas. Los dentistas suelen sospechar el bruxismo por la presencia de facetas de desgaste en las piezas dentarias. Las consecuencias más frecuentes del mismo son: dolor facial, dientes demasiado sensibles, tensión de los músculos de la cara y mandíbula, cefalea, luxación mandibular, deterioro del esmalte dental (que llega incluso a exponer la dentina), crujido o chasquido de la articulación temporo-mandibular, indentaciones de la lengua y lesiones en la parte interna de la mejilla (23).

d) *Cannabis*

El consumo de cannabis parece producir lesiones orales específicas, concretamente leucoedema, sequedad de boca y úlcera traumática (24). También se ha considerado como un factor de riesgo relativo del cáncer oral (25).

2. Agentes irritantes (corrosivos o cáusticos)

Tanto los gases y vapores, manejados principalmente en el medio laboral, como los sólidos y líquidos de carácter irritante (productos de limpieza, bases fuertes, ácidos fuertes, sales cianuradas, etc.) pueden producir lesiones del tracto digestivo, incluyendo orofaringe, en base a sus propiedades corrosivas o cáusticas, responsables de necrosis celular inespecífica tal y como se ha comentado con anterioridad.

3. Materiales de restauración de los dientes

Los materiales aplicados a los dientes pueden liberar sustancias químicas que difunden a través de la dentina y pueden lesionar (o proteger) la pulpa dentaria. Los riesgos tóxicos pueden minimizarse eligiendo los materiales adecuados, utilizando recubrimientos impermeables o materiales de escasa toxicidad. El principal problema a largo plazo para la pulpa dentaria en un diente restaurado no es de tipo químico sino bacteriano, debido a la capacidad de atravesar las restauraciones (26).

La mayoría de los selladores dentales se basan en derivados de un plástico policarbonato, el bisfenol A, el cual ha mostrado actividad estrogénica en estudios experimentales «in vivo». Teniendo en cuenta que su polimerización «in situ» no es completa, existe la posibilidad de que los monómeros que quedan libres o que se liberan con posterioridad se absorban y puedan producir efectos adversos (27). No obstante, la relevancia clínica derivada de esta exposición potencial está aún por demostrar.

4. Hidrocarburos aromáticos polihalogenados

Algunos estudios han sugerido que la exposición pre y postnatal a hidrocarburos aromáticos polihalogenados puede originar alteraciones de tejidos blandos de la cavidad oral y defectos de la mineralización dental en niños. La evidencia indica que las estructuras orales en desarrollo, especialmente el esmalte dental, es especialmente susceptible a la exposición a dosis ínfimas de dioxinas (8).

5. Medicamentos

a) *Tetraciclinas*

Las tetraciclinas son unos fármacos capaces de producir decoloración de los dientes. La intensidad de la decoloración depende tanto de la dosis como del tiempo de empleo. La ingestión de tetraciclinas durante los periodos de calcificación del esmalte tanto por lo madre gestante como por los niños menores de 5 años termina ocasionando decoloración fundamentalmente de la dentina pero que puede llegar hasta el esmalte, quedando los dientes de un color amarillento a gris-marrón (8). Las tetraciclinas pasan a la leche materna y pueden producir en los lactantes decoloración en los dientes, retraso en el crecimiento de dientes y huesos,

aumento de la sensibilidad a la luz solar y un mayor riesgo de contraer infecciones por hongos en la boca o la vagina. Por tanto, se desaconseja el uso de tetraciclinas durante el embarazo y en niños pequeños. En cambio, la doxicilina no ocasiona alteraciones del color.

b) *Otros fármacos*

La medicación (quimioterapia) utilizada para el tratamiento del cáncer y leucemia infantil ocasiona alteraciones del desarrollo de los dientes, si se emplea antes de los 5 años de edad.

6. Compuestos inorgánicos (aniones y cationes metálicos)

a) *Flúor*

Los fluoruros son compuestos naturales. La población general puede estar expuesta a los fluoruros en el aire, alimentos, agua potable y suelos contaminados. Tanto las personas que viven en poblaciones con aguas anormalmente fluoradas como aquellas otras que trabajan o viven cerca de industrias donde se emplean fluoruros pueden estar expuestas a altas concentraciones de flúor. En adultos, esta circunstancia puede aumentar la densidad de los huesos; pero si la exposición es excesiva éstos se hacen más frágiles y quebradizos, presentando un mayor riesgo de fracturas. La gente que vive en áreas en las que el agua de consumo contiene niveles anormalmente elevados de fluoruro, debería usar otras fuentes de agua potable, por ejemplo agua embotellada.

Para saber si una persona ha estado expuesta a niveles de fluoruros por encima de lo normal, se puede determinar la concentración de fluoruros en orina. Este análisis debe realizarse poco tiempo después de la exposición porque el fluoruro no retenido en los huesos se elimina del organismo en unos pocos días. Sin embargo, este análisis no permite predecir la naturaleza o severidad de los efectos tóxicos. La EPA ha establecido una cantidad máxima permisible de fluoruros en el agua de consumo de 4 mg/L (28).

Los fluoruros inorgánicos son capaces de reducir la magnitud y gravedad de la caries dental tanto en niños como en adultos. A pesar de estas ventajas, también presentan una serie de inconvenientes. La fluorosis dental es el principal efecto adverso derivado de la excesiva exposición a fluoruro y consiste en una hipomineralización permanente del esmalte que, en su forma más ligera, se caracteriza por manchas blancas pequeñas y visibles que aparecen primero en las cúspides dentarias y en la superficie facial de la dentición permanente. La ventana crítica de exposición para desarrollar fluorosis tiene lugar durante el periodo de formación y maduración dentaria, es decir antes de los 8 años (8). En el hogar los niños pueden estar expuestos a altos niveles de fluoruros si, en ausencia de supervisión paterna, tragan pasta o gel dentífricos o enjuagues dentales que lo contengan. Por tanto, en concentraciones muy

altas, el fluoruro puede aumentar la fragilidad de los dientes y, en ocasiones, hacer que se quiebren.

El ácido fluorhídrico (FH) es uno de los ácidos más corrosivos. Sus principales usos industriales son: pulimiento y grabado del vidrio, fabricación de bombillas esmeriladas y limpieza de metales (eliminación del óxido). Sus vapores son irritantes de la mucosa ocular y de vías respiratorias altas y puede originar úlceras tórpidas tanto en la faringe como en la boca, lesiones necróticas en la tráquea e incluso bronquitis. El contacto con la piel produce intensas y dolorosas quemaduras. La exposición repetida a vapores y humos procedentes de los derivados fluorados puede aumentar la carga corporal de flúor, favoreciendo la aparición de fluorosis profesional, que cursa con lesiones localizadas a nivel del esmalte dentario (dientes moteados) y sistema óseo, e incluso, en estadios más avanzados, aparecen osificaciones de tendones o cápsulas articulares. Debido a la osteosclerosis progresiva, pueden aparecer importantes anemias aplásicas (29).

b) *Mercurio*

El mercurio se ha utilizado durante siglos con fines comerciales y médicos. Las amalgamas dentarias, utilizadas durante más de 150 años, constituyen la más importante fuente de exposición de la población general, ya que emiten vapores de mercurio que pueden inhalarse y absorberse por vía respiratoria. No existe una asociación conocida entre el mercurio y el desarrollo dentario o la salud dental. Más del 50% de su composición es mercurio combinado con otros metales, entre ellos plata y cobre. En los años setenta se desató una fuerte polémica entre defensores y detractores de las amalgamas de mercurio, pues se demostró que podían liberar vapores de mercurio dentro de la cavidad oral en concentraciones superiores a las consideradas como seguras desde el punto de vista ocupacional. Posteriormente se adujo que la cantidad de vapor liberada era inferior a lo calculado, debido al pequeño volumen de la cavidad oral.

La concentración de mercurio en cerebro, sangre y orina se correlaciona con el número de amalgamas que tenga el individuo. En el caso de los que mastican chicle o utilizan chicles de nicotina para deshabituarse del tabaco, las concentraciones urinarias de mercurio aumentan aún más, alcanzando niveles próximos a los límites establecidos en salud laboral. Asimismo, la eliminación de amalgamas produce un aumento transitorio de los niveles de mercurio en sangre, debido a que dicho proceso favorece la liberación de vapores dentro de la cavidad oral. Lo que aún no se ha dilucidado es si esta exposición conlleva algún tipo de riesgo tóxico o no. Clásicamente se sabe que la exposición a vapores de mercurio conduce a la tríada de temblor intencional, gingivitis y eretismo (trastorno de la conducta). En la actualidad, los niveles urinarios de mercurio en personas con amalgamas dentarias (2-4 µg/L) son entre 10 y 20 veces inferiores a las de individuos con exposición ocupacional, salvo que sean importantes consumidores de chicles. A pesar de todo, existe una preocupación cre-

ciente sobre los efectos a largo plazo de bajas concentraciones de vapor de mercurio procedente de amalgamas dentarias y su posible relación con el desarrollo o agravamiento de enfermedades neurodegenerativas, entre ellas Parkinson y enfermedad de Alzheimer. Aunque hay estudios experimentales «in vitro» que lo apoyan, los estudios epidemiológicos lo descartan. En conclusión, el peso de la evidencia científica disponible en la actualidad muestra que no hay conexión (30). Tanto la asociación dental americana como el servicio público de salud de los EEUU concluyen que, aparte de raras reacciones alérgicas, el mercurio liberado durante la restauración de amalgamas dentarias no se considera perjudicial para la salud humana cuando aquella se realiza correctamente (8).

La intoxicación crónica por vapores de mercurio (hidrargirismo) es un ejemplo clásico de condición tóxica que afecta a la cavidad oral. El mercurio metálico tiene propiedades irritantes, de ahí que la eliminación por vía salivar ocasione estomatitis y gingivitis de repetición que, a largo plazo, conllevan pérdida de piezas dentales por afectación del periodonto. También se ha descrito la aparición de una banda de color pardo-marrón y que corresponde al depósito de sulfuros de mercurio insolubles que precipitan en la cavidad oral, especialmente en individuos con escasa higiene oral.

La intoxicación aguda por compuestos inorgánicos de mercurio origina, entre otras cosas, una estomatitis que suele ser precoz. Comienza al segundo o tercer días, con salivación abundante, tumefacción gingival y sabor metálico desagradable. Más tarde se forman úlceras sangrantes, recubiertas de un exudado grisáceo y gran fetidez del aliento y deglución dolorosa. Las lesiones son más intensas cuando las condiciones higiénicas de la boca son peores. Los dientes se hacen movibles y se pueden caer (31).

c) *Plomo*

Es de sobra conocido que la exposición ocupacional a plomo da lugar a la aparición de una banda de color azul-grisáceo en el reborde gingival denominada ribete de Burton, que corresponde con sulfuros de plomo insolubles que precipitan en la cavidad oral. Dicho ribete coloreado es un signo más a tener en cuenta en el diagnóstico precoz de intoxicación crónica por plomo en la denominada fase de «presaturnismo» (32).

El plomo es capaz de atravesar la placenta y afectar el desarrollo de diversos sistemas orgánicos, entre ellos los dientes. Asimismo, puede acumularse en los dientes después de la erupción. En niños de 5 a 17 años cada incremento de 5 μg/dL de plomo en sangre conlleva un mayor riesgo de caries dental y más de 2 millones de casos de caries en niños americanos se han atribuido a la exposición ambiental a plomo (8).

d) *Cadmio*

La exposición crónica a cadmio de trabajadores industriales da lugar a la aparición del denominado «diente amarillo cádmico». Se trata de una

pigmentación amarilla del esmalte en forma de bandas o anillos debidos a la formación de sulfuro de cadmio, que progresa desde el ápice hacia el cuello, pero que siempre deja libre el borde de los dientes y encías. Es un signo clínico muy característico que, por su precocidad, tiene gran importancia en el diagnóstico y prevención. En su patogenia puede influir la interferencia que hace el cadmio sobre la deposición de calcio en tejido óseo y dental (33).

IV. UTILIDAD DE LA SALIVA EN SEGURIDAD VIAL

A) Introducción

La sangre se ha considerado siempre como la muestra más adecuada con fines analíticos ya que permite correlacionar las concentraciones plasmáticas con efectos tanto terapéuticos como adversos. La saliva, en particular, se ha propuesto como muestra para realizar controles «in situ», en la carretera. Además, ha demostrado ser una muestra adecuada para la monitorización de sustancias terapéuticas (calculando la fracción libre). La concentración de una droga en saliva dependerá del tipo de saliva, su procedencia (si es de parótida o no), del pH, del flujo salivar, de si éste ha sido estimulado y de la unión a proteínas plasmáticas. El problema de la estandarización de la recogida de saliva se ha resuelto con la introducción en el mercado de kits comerciales que recogen fielmente muestras de saliva común y que podrían considerarse prácticamente como un ultrafiltrado de plasma (34).

B) Elección del procedimiento analítico

Se recomienda el uso combinado de inmunoensayos, procedimientos cromatográficos y GC/MS para identificar y cuantificar las sustancias psicoactivas más comúnmente empleadas. La comunidad científica internacional ha admitido que un resultado positivo inicial debe confirmarse por un segundo procedimiento basado en un principio químico diferente al de la prueba inicial. Así, la GC/MS se ha convertido en el procedimiento de elección para confirmar la presencia de drogas y sus metabolitos en sangre tras un resultado positivo en el «screening» por inmunoensayo. También es un método apropiado para determinar las concentraciones de analitos, especialmente si se usan estándares internos deuterados. Otros procedimientos adecuados para la confirmación puede ser la HPLC/DAD para las benzodiacepinas y sus metabolitos (34).

C) Ventajas de la saliva (35)

- *Recogida no invasiva.* Al igual que la orina, puede recogerse sin que exista riesgo potencial de infección para el sujeto. Su manipulación carece igualmente de riesgo para el operador.

- *Protección de la intimidad.* Si la saliva se recoge de la forma adecuada y bajo una estrecha supervisión, no se vulnera la intimidad del sujeto. Incluso utilizando procedimientos osmóticos se puede realizar una recogida estética y decorosa sin necesidad de escupir permitiendo, además, la recogida simultánea de muestras de diferentes personas en la misma habitación.
- *Adulteración.* Aunque la posibilidad de adulterar una muestra nunca puede excluirse es poco probable que se apliquen a saliva los métodos comúnmente usados para adulterar la orina. Si se consigue evitar esta interferencia el análisis resultaría bastante más barato.
- *Concentraciones circulantes.* A diferencia de la orina, la saliva puede usarse para estimar la verdadera concentración de las drogas, es decir, su fracción libre que es la toxicológicamente activa, ya que la saliva es un ultrafiltrado del plasma. Otro aspecto para tener en cuenta en futuras investigaciones es la estimación del tiempo que ha trascurrido desde el consumo de la sustancia, para lo cual es necesario realizar estudios sobre la vida media de las drogas y sus diferentes metabolitos.

D) INCONVENIENTES DE LA SALIVA (35)

- Una limitación es la escasa información de que se dispone acerca de la detectabilidad de diferentes sustancias en relación con el tiempo, teniendo en cuenta su metabolismo y los métodos analíticos actuales. Aunque hay un considerable volumen de información publicada, es preciso confirmarla mediante la realización de otros estudios.
- Las técnicas analíticas que se usan para la orina no se pueden aplicar de forma indiscriminada a la saliva, aunque no parece haber limitaciones técnicas para ello. Los inmunoensayos son lo suficientemente sensibles como para detectar sustancias en muestras no extraídas, aunque para la determinación cuantitativa es necesario bajar la linealidad hasta niveles del rango de pg/ml.
- Todavía no hay información suficiente para discriminar si a partir de un único resultado en una muestra de saliva se trata de un consumidor ocasional o, por el contrario, de un consumidor crónico, ya que las concentraciones existentes después de administrar la droga varían considerablemente en ambos casos.
- Hay dos tipos diferentes de saliva, la procedente de parótida (serosa) y la saliva mixta (serosa y mucosa), en las que los tóxicos exhiben diferencias cinéticas. A la hora de predecir las concentraciones plasmáticas de drogas es preferible la saliva de parótida (36). Otra fuente de error es la subestimación de la concentración de droga en el sobrenadante obtenido tras centrifugar una muestra de saliva mixta, debido a la unión a mucoproteínas. Por otro lado,

en ocasiones se obtiene un volumen escaso, insuficiente para realizar un «screening» de las principales drogas de abuso y su correspondiente confirmación analítica.

- Aunque la recogida de la saliva como muestra pueda parecer algo banal, a veces constituye un problema. Muchos conductores que han consumido previamente alcohol presentan problemas de sequedad de boca que dificulta la obtención de la muestra, lo cual se puede ver agravado por el condicionante psicológico de ser parado por la policía de tráfico, tener que donar la muestra, etc. Para evitar este problema, se han utilizado unos dispositivos que, mantenidos durante varios minutos en la boca, estimulan el flujo salivar. Pero esta estimulación mecánica puede conducir a una unión inespecífica del analito al dispositivo y, por otro lado, los estimulantes gustatorios (como cristales de ácido cítrico) pueden interferir con algunos inmunoensayos (37). Para evitar estos problemas se ha propuesto un sistema osmótico de recogida «in situ» de un ultrafiltrado de saliva para la detección de hormonas o fármacos antiepilépticos (38). Consiste en una membrana semipermeable de celulosa que encierra una sustancia osmóticamente activa (por ejemplo, sacarosa), de manera que al ponerlo en la boca del paciente se obtiene un ultrafiltrado de saliva en menos de 10 minutos y que excluye moléculas de gran tamaño (proteínas, enzimas, mucoproteínas). Un inconveniente adicional es que, independientemente del procedimiento que se use, sólo se puede obtener saliva de personas vivas, pero no de aquellas otras que mueren en el accidente de tráfico.
- Las concentraciones en saliva son menores que las alcanzadas en orina, y en algunos casos también más bajas que las correspondientes en plasma. En ello influyen factores toxicocinéticos.
- Riesgo de secuestro de la droga en la cavidad bucal, como ocurre por ejemplo al fumar hachís.

Recientemente un estudio alemán ha efectuado la determinación «en carretera» de drogas de abuso por medio del dispositivo «Toxiquick», consistente en unas tiras inmunoquímicas que se sumergen en una muestra filtrada de saliva durante 10 min. El 75% de los análisis efectuados «in situ» produjeron resultados correctos. El principal inconveniente es la elevada proporción de falsos positivos: 32% para los opiáceos y 11% para la benzoilecgonina. Por el contrario, y con la excepción del cannabis, el número de falsos negativos es relativamente bajo (38).

VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Poirier J, Ribadeau Dumas JL, Manual de Histología, Toray-Masson, Barcelona, 1975.

2. NIESINK RJM, DE VRIES J, HOLLINGER MA. Toxicology. Principales and applications. CRC Press, Boca Raton, 1996.
3. IDOWU OR, CADDY B (1982) A review of the use of saliva in the forensic detection of drugs and other chemicals. J Forensic Sci Soc 22: 123-135.
4. Halitosis. FamilyDoctor, American Academy of Family Physicians, 2001; http://familydoctor.org/.
5. GISBERT CALABUIG JA. Tóxicos volátiles: ácido cianhídrico y fósforo. En Gisbert Calabuig. Medicina Legal y Toxicología. (E. Villanueva, ed.), Masson, Barcelona, 2004, 836-845.
6. CASTELLANO ARROYO M, RODRIGO MORENO MD. Sustancias irritantes y cáusticas: líquidos, sólidos, gases y vapores. En Gisbert Calabuig. Medicina Legal y Toxicología. (E. Villanueva, ed.), Masson, Barcelona, 2004, 846-860.
7. VIANNA MI, SANTANA VS, LOOMIS D. Occupational exposures to acid mists and gases and ulcerative lesions of the oral mucosa. Am J Ind Med 2004, 45: 238-245.
8. BILLINGS RJ, BERKOWITZ RJ, WATSON G. Teeth. *Pediatrics*. 2004, 113: 1120-1127.
9. CHILENOS E, GUTIÉRREZ R, RUIZ S. Tabaco y cáncer bucal. Jano 1996, 51: 33-1641-1649.
10. REICHART PA. Identification of risk groups for oral precancer and cancer and preventive measures. Clin Oral Invest 2001, 5: 207-213.
11. PETIT JC. Leukoplakia of the oral cavity. Rev Belge Med Dent 1989, 44: 59-77.
12. TUOVINEN V, VAANANEN M, KULLAA A, KARINPAA A, MARKKANEN H, KUMPUSALO E. Oral mucosal changes related to plasma ascorbic acid levels. Proc Finn Dent Soc 1992, 88: 117-122.
13. SCHEPMAN KP, BEZEMER PD, VAN DER MEIJ EH, SMEELE LE, VAN DER WAAL I. Tobacco usage in relation to the anatomical site of oral leukoplakia. Oral Dis 2001, 7: 25-27.
14. BARONE R, FICARRA G, GAGLIOTI D, ORSI A, MAZZOTTA F. Prevalence of oral lesions among HIV-infected intravenous drug abusers and other risk groups. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1990, 69: 169-173.
15. LLEWELYN J, MITCHELL R. Smoking, alcohol and oral cancer in south east Scotland: a 10-year experience. Br J Oral Maxillofac Surg 1994, 32: 146-152.
16. Oral cancer. Medical Enciclopedia. MedlinePlus. National Library of Medicine. National Institute of health. 2002; http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/001035.htm).
17. WINN DM. Tobacco use and oral disease. J Dent Educ 2001, 65: 306-312.
18. Oral health. Oral cancer and tobacco. University of UTA Health Sciences Center. http://www.med.utah.edu/healthinfo/spanish/oralhealth/tobacco.htm.
19. TOMAR SL, WINN DM, SWANGO PA, GIOVINO GA, KLEINMAN DV. Oral mucosal smokeless tobacco lesions among adolescents in the United States. J Dent Res. 1997, 76: 1277-1286.
20. HARRIS CK, WARNAKULASURIYA KA, COOPER DJ, PETERS TJ, GELBIER S. Prevalence of oral mucosal lesions in alcohol misusers in south London. J Oral Pathol Med 2004, 33: 253-259.

21. García-Pola Vallejo MJ, Martinez Diaz-Canel AI, García Martin JM, Gonzalez Garcia M. Risk factors for oral soft tissue lesions in an adult Spanish population. Community Dent Oral Epidemiol 2002, 30: 277-285.

22. Campisi G, Margiotta V. Oral mucosal lesions and risk habits among men in an Italian study population. J Oral Pathol Med 2001, 30: 22-28.

23. Oral health. University of UTA Health Sciences Center. http://www.med.utah.edu/healthinfo/spanish/oralhealth/bruxism.htm.

24. Darling MR, Arendorf TM. Effects of cannabis smoking on oral soft tissues. Community Dent Oral Epidemiol 1993, 21: 78-81.

25. Firth NA. Marijuana use and oral cancer: a review. Oral Oncol 1997, 33: 398-401.

26. Hume WR, Massey WL. Keeping the pulp alive: the pharmacology and toxicology of agents applied to dentine. Aust Dent J 1990, 35: 32-37.

27. Pulgar R, Olea-Serrano F, Novillo-Fertrell A, Rivas A, Pazos P, Pedraza V, Navajas JM, Olea N. Determination of Bisphenol A and related aromatic compounds released from bis-GMA-based composites and sealants by high performance liquid chromatography. Environ Health Perspect 2000, 108: 21-27.

28. ATSDR 2004. Reseña toxicológica de los fluoruros, el fluoruro de hidrógeno y el flúor (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EEUU, Servicio de Salud Pública.

29. Fuentes F, García J, Gavilán J, Gavilán-Guirao J, Gil F, Hernández AF, Jiménez J, Pérez P, Pla A, Ramos J. Prevención de riesgos laborales. Ed. Aula consultora y Formación, Granada, 1999.

30. Clarkson TW, Magos L, Myers GJ. The toxicology of mercury- current exposures and clinical manifestations. N Engl J Med 2003, 349: 1731-1737.

31. Villanueva E. En Gisbert Calabuig. Medicina Legal y Toxicología. (E. Villanueva, ed.), Masson, Barcelona, 2004, 939-946.

32. Villanueva E. En Gisbert Calabuig. Medicina Legal y Toxicología. (E. Villanueva, ed.), Masson, Barcelona, 2004, 947-963.

33. Gil Hernández F, Gisbert Calabuig JA. Intoxicación por otros metales. En Gisbert Calabuig. Medicina Legal y Toxicología. (E. Villanueva, ed.), Masson, Barcelona, 2004, 964-980.

34. Peat MA, Finkle BS. Toxicological assay of psychoactive substances in biological fluids. En: Methodology in man-machine interaction and epidemiology on drugs and traffic safety. Experiences and guidelines from an International Workshop. S.D. Ferrara y G. Giorgetti (eds), Turato & Composystem, Padova, 1992, 95-109.

35. Schramm W, Smith RH, Craig PA, Kidwell DA (1992) Drugs of abuse in saliva: a review. J Anal Toxicol 16: 1-9.

36. Idowu OR, Caddy B (1982) A review of the use of saliva in the forensic detection of drugs and other chemicals. J Forensic Sci Soc, 22: 123-135.

37. Aviram M, Tal A, Ben-Zvi Z, Gorodischer R (1987) Monitoring theophylline therapy using citric acid-stimulated saliva in infants and children with asthma. Pediatrics 80: 894-897.

38. SCHRAMM W, SMITH RH, CRAIG PA, PAEK S, KUO H (1990) Determination of free progesterone in an ultrafiltrate of saliva collected in situ. Clin Chem 36: 1488-1493.

39. BIERMANN T, SCHWARZE B, ZEDLER B, BETZ P. On-site testing of illicit drugs: the use of the drug-testing device «Toxiquick». Forensic Sci Int 2004, 143: 21-25.

Ciencia Forense, 7/2005: 147-162

PATOLOGÍA LABORAL EN ODONTOESTOMATOLOGÍA

ANDRÉS MARTÍNEZ CORDERO*

Resumen: Se realiza un repaso a la patología laboral que puede padecer un odontólogo en el ejercicio de su profesión, detallando la existencia de una serie de factores de riesgo, de tipo físico, químico, biológico o de otra índole que pueden desencadenarla en este medio de trabajo.

Por otro lado, se recogen los conceptos legales de enfermedad profesional y accidente de trabajo, aplicados al campo de la odontología y en el marco legal español. Asimismo, se enumeran una serie de medidas preventivas, encaminadas a minimizar la incidencia de enfermedades y accidentes laborales.

Palabras clave: Odontoestomatología. Patología laboral. Enfermedad profesional. Accidente de trabajo.

Abstract: On the one hand, we do a review about the labour pathology that an odontologist can suffer in the exercise of his profession, detailing the existence of some risk factors such as physical, chemical or biological ones or another kind of risk that can be developed in the exercise of this work.

On the other hand, we join the legal concepts of the occupational diseases and the labour accidents, applied in the field of the odontology and within the Spanish framework of the law.

Besides, there are enumerated some series of preventive measures directed to decrease the effect of the diseases and the labour accidents.

Key words: Odontoestomatology. Labour pathology. Occupational disease. Labour accidents.

---

* Doctor en Medicina y Cirugía, Licenciado en Odontología. Colaborador del Área de Medicina Legal y Forense. Universidad de Oviedo. C/ Julián Clavería, s/n. 33006 Oviedo.

INTRODUCCIÓN

El ejercicio de la odontología lleva aparejados riesgos de padecer determinadas enfermedades o de sufrir accidentes laborales estadísticamente relacionados con la práctica de esa profesión (1).

Para Fernández Crehuet y col. (2) las enfermedades laborales reúnen las siguientes características:

- Son de inicio lento.
- Se presenta la enfermedad esperada tras una exposición derivada del puesto de trabajo.
- Aparición de signos y síntomas, difíciles de diagnosticar y relacionados con la actividad laboral; pero fácilmente confundibles con enfermedades comunes no laborales.
- Hay dificultad para establecer una relación de causalidad con el medio laboral.
- Son susceptibles de recibir un tratamiento generalmente médico.

Los conceptos de enfermedad profesional y de accidente de trabajo presuponen que el profesional, esté desarrollando un trabajo por cuenta ajena. Si tenemos en cuenta que un alto porcentaje de odontólogos trabajan para sí mismos, estos conceptos, los dejarían excluidos de sufrir legalmente estas patologías, que sin embargo son susceptibles de padecer.

Por este motivo, conviene abordar esta patología laboral, atendiendo ambos aspectos:

- Por un lado, describiendo los factores de riesgo laboral y las patologías laborales que pueden sufrir los trabajadores de una clínica odontológica.
- Por otro, la exposición de los conceptos legales, tales como enfermedad profesional o accidente de trabajo.

CONCEPTOS LEGALES

La patología laboral viene definida en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995) en su art. 4.3º como las «*enfermedades, patologías o lesiones sufridas con motivo u ocasión del trabajo*».

Esta ley reconoce la existencia de una serie de riesgos y daños de forma universal para todos los trabajadores de un determinado sector, frente a los conceptos de enfermedad profesional o accidente de trabajo, recogidos en nuestra legislación sanitaria y que hacen referencia al reconocimiento de una serie de prestaciones reparadoras desde un punto de vista sanitario y/o económico por parte de la Seguridad Social a determinados colectivos de trabajadores (3 y 4).

Se considera factor de riesgo profesional a todo objeto, sustancia, forma de energía o característica de la organización del trabajo que pueda

contribuir a provocar un accidente de trabajo, agravar las consecuencias del mismo, o producir daños en la salud de los trabajadores (5).

El *accidente de trabajo* viene definido por la Ley General de la Seguridad Social (R.D. 1/1994) en su art. 115 como *«... toda lesión corporal que el trabajador sufra con ocasión o por consecuencia del trabajo que ejecuta por cuenta ajena»*.

Para que un accidente pueda ser encuadrado bajo este concepto, debe cumplir una serie de requisitos:

- Que el accidente produzca lesiones corporales.
- Que se trate de un trabajador por cuenta ajena.
- Que exista una relación de causalidad directa entre el trabajo y la lesión.

El art. 115.2 de la LGSS reconoce como accidentes de trabajo, los producidos en los siguientes supuestos:

- Accidentes in itinere.
- Desempeño de cargos sindicales.
- Producidos durante el cumplimiento de las órdenes del empresario o de forma espontánea, en interés del buen funcionamiento de la empresa.
- Los sucedidos en actos de salvamento.
- Enfermedades no profesionales contraídas durante la realización de su trabajo.
- Agravamiento de enfermedades o defectos padecidos con anterioridad.

Ante un accidente de trabajo, el profesional que lo ha sufrido y reúne los requisitos legales citados, pasa a una situación de:

Incapacidad temporal (IT), por un periodo máximo de 12 meses, prorrogable por otros 6 meses más. Durante ese periodo de tiempo, el trabajador, puede mejorar y ser dado de alta para el trabajo. En caso de persistir los daños, podría pasar a cualquiera de las situaciones siguientes.

a. *Lesiones permanentes no invalidantes*, con derecho a algún tipo de prestación económica, pero pudiendo desempeñar su trabajo habitual.

b. *Invalidez permanente (IP),* que puede ser:

    - Incapacidad permanente parcial. Se trata de una incapacidad no inferior al 33% para su profesión habitual.
    - Incapacidad absoluta. Para todo tipo de trabajo.
    - Gran invalidez. En este caso el paciente no sólo no puede realizar ningún tipo de trabajo, sino que además precisa ayuda para desarrollar su vida cotidiana.

Las incapacidades, se pueden revisar, siempre que el trabajador no haya cumplido la edad de jubilación, ya sea a instancia del interesado o de

la Seguridad Social. La primera revisión tendría lugar a los 2 años de la declaración de incapacidad y posteriormente de forma anual.

La *enfermedad profesional* según el RD 1/1994, (LGSS) en su art. 116, es definida como aquella *«... contraída a consecuencia del trabajo efectuado por cuenta ajena, en las actividades que se especifique en el cuadro que se apruebe por las disposiciones de aplicación y desarrollo de esta ley, y que esté provocada por la acción de los elementos o sustancias que en dicho cuadro se indiquen para cada enfermedad profesional»*.

Se requiere el cumplimiento de varios requisitos:

- Trabajo por cuenta ajena.
- Que la enfermedad esté incluida en el cuadro de enfermedades profesionales.
- Que esté provocada por sustancias o elementos indicados para cada enfermedad.

Recientemente, el R.D. 1273/2003, reconoce a los trabajadores autónomos prestaciones en relación con las enfermedades profesionales y los accidentes de trabajo. Así en su art. 3.2, especifica que para estos trabajadores se considera accidente de trabajo: *«...el ocurrido como consecuencia directa e inmediata del trabajo que realiza por su propia cuenta...»*.

También en estos casos el accidente debe ocurrir durante el tiempo de trabajo y debe existir una relación causal. Sin embargo, no se considera para estos trabajadores el accidente ocurrido *"in itinere"*.

El contenido de este Real Decreto, resulta de gran interés para los odontólogos y estomatólogos; habida cuenta que un gran número de ellos realizan su trabajo en el marco laboral jurídico de trabajadores autónomos.

El cuadro vigente que establece las enfermedades profesionales está recogido en el Decreto 1995/1978, donde quedan clasificadas las enfermedades profesionales en varios apartados:

- Producidas por agentes químicos.
- Enfermedades profesionales de la piel.
- Por inhalación de sustancias y agentes no comprendidos en otros apartados.
- Enfermedades infecciosas y parasitarias.
- Enfermedades por agentes físicos.
- Enfermedades sistemáticas.

El diagnóstico de enfermedad profesional, está regulado por el Decreto 792/1961 de 13 de abril, existiendo varias etapas:

1. *Periodo de observación*, en los casos en que la enfermedad aún no está diagnosticada, con una duración máxima de 6 meses, prorrogables

por otros 6 meses. Está regulado por el art. 133 de la LGSS; y se considera como el tiempo necesario para el estudio médico de la enfermedad profesional y poder llegar a un diagnóstico definitivo.

2. *Traslado de puesto de trabajo*, que se contempla en el art. 133.2 de la LGSS.
3. *Baja en la empresa o industria.*
4. *Incapacidad temporal (IT)*, y cuando se constate que la enfermedad profesional del trabajador presenta un carácter irreversible, que le impida desempeñar cualquier puesto de trabajo correspondiente a su categoría profesional, siendo reconocida una *incapacidad permanente* que podrá ser:
   a. *Lesiones permanentes no invalidantes* o
   b. *Invalidez permanente*, que puede ser:
      - Invalidez permanente parcial.
      - Invalidez permanente total.
      - Invalidez absoluta.
      - Gran invalidez.

Las enfermedades del trabajo «no profesionales», son aquellas producidas con ocasión del trabajo, pero debido a una predisposición individual. Es decir, no van a afectar a todos los trabajadores de esa profesión y además pueden ser contraídas con otras actividades diferentes.

RIESGOS LABORALES EN ODONTOLOGÍA

Existen una serie de factores físicos, químicos, biológicos o de otro tipo que se encuentran en el entorno laboral de la clínica odontológica y que pueden afectar a la salud del odontólogo y del resto de profesionales que realizan su actividad profesional en ese medio.

A. Factores físicos

a. *Heridas.* Constituyen el accidente más frecuente para Moya Pueyo (1). Generalmente se producen en los dedos de las manos, debido al uso de instrumental cortante, punzante y rotatorio; pudiendo ocasionar este último, lesiones abrasivas. Partículas de esmalte, metal, porcelana o de otro tipo, al ser lanzadas por el giro de instrumental rotatorio, pueden ocasionar heridas corneales o en la cara. Para evitarlo, es necesario el uso sistemático de gafas con protección lateral.

b. *Posición inadecuada de trabajo.* El mantenimiento de posturas inadecuadas acaba ocasionando patología músculo-esquelética. En el desarrollo de estas patologías, intervienen factores individuales y

factores laborales. Entre estos últimos, destacar cómo las posturas estáticas en posición sentada y los movimientos repetitivos provocan lumbalgias (6).

El odontólogo trabaja básicamente en dos posiciones: sentado o de pie. En cualquiera de ellas con sus diversas variantes, hay que procurar mantener la espalda recta y en equilibrio sobre el centro de gravedad.

La postura correcta en bipedestación, requiere que ambos pies estén apoyados en el suelo a la misma altura, la espalda recta con ligera flexión cervical, manteniendo la lordosis lumbar fisiológica, los hombros paralelos y codos pegados al cuerpo. La boca del paciente deberá estar a la altura de los codos del operador.

Cuando se trabaja sentado, debería adoptarse la denominada posición ideal de trabajo, posición BHOP (Balanced Human Operating Position) o posición de equilibrio, que consiste en estar sentado con los muslos paralelos, piernas separadas unos 50 cm y los pies apoyados en el suelo. El taburete ideal tendrá 5 pares de ruedas y sin anillo sobre el que apoyar los pies. La espalda debe estar apoyada, los hombros paralelos al suelo, columna perpendicular al mismo y el cuello en ligera flexión. Los codos estarán pegados a los costados y a su altura estará la boca del paciente, existiendo una distancia ojos-campo de trabajo de 30-35 cm.

El mantenimiento de posturas forzadas, se manifiesta en la clínica como dorsalgias, lumbalgias, calambres, bloqueos y dolores articulares. La bipedestación mantenida ocasiona además problemas de retorno venoso y varices (7).

Debido al instrumental utilizado, puede aparecer patología en muñecas y manos que debe prevenirse evitando los movimientos violentos y la sujeción con fuerza del instrumental. Además el mobiliario y el instrumental, deberán estar situados de forma accesible para evitar que el profesional tenga que realizar excesivos e innecesarios movimientos.

c. *Electricidad.* En el equipo dental se utilizan una gran cantidad de aparatos eléctricos. Estos deben mantenerse en correctas condiciones de uso, para prevenir que un deterioro de los mismos permita el acceso de la corriente eléctrica hasta la piel del profesional. Generalmente, si esto sucede, se producen quemaduras en la zona de entrada o de salida, a veces perturbaciones del ritmo cardiaco, de la actividad cerebral o incluso la muerte (1).

d. *Ruido.* Lo podemos definir como todo sonido no deseado y molesto que interfiere en la actividad humana. La exposición a niveles elevados de ruido, puede ocasionar pérdidas de audición y alteraciones psicológicas.

En los odontólogos es característica la aparición de la *sordera profesional*, debida a la exposición habitual y prolongada al ruido de las turbinas, que alcanzan una frecuencia de 5.000-6.500 Hz, a la bomba de aspiración, el vibrador para amalgama o el compresor entre otros aparatos.

Esta enfermedad, cursa con una hipoacusia bilateral simétrica, lenta y progresiva. Se afectan en primer lugar las frecuencias de 4.000 c/sg. (sonidos agudos); aparecen posteriormente acúfenos que se hacen constantes, vértigos y otalgias.

Este ruido mantenido ocasiona también alteraciones del carácter, cefaleas, disminución de la atención, irritabilidad y otras alteraciones relacionadas con el estrés.

Se aumenta el riesgo de esta afección, cuanto mayor sea el tiempo de exposición, siendo más lesivos los sonidos puros continuos e inesperados, la resonancia y la susceptibilidad personal del sujeto. De tal forma que va a ser más elevada en mayores de 40 años, mujeres o aquellos que tengan patología otológica previa. Por ello, en los reconocimientos médicos de estos profesionales, es necesaria la realización de audiometrías.

La protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido, se recogen en el RD 1316/1989. Esta ley, señala las obligaciones del empresario en lo referente a reducir los riesgos derivados de la exposición al ruido, a la evaluación de los niveles de ruido en el centro de trabajo, informando de todo ello a los representantes de los trabajadores. También se establecen 3 grados según el nivel diario de exposición al ruido de ese puesto de trabajo:

1. Nivel diario de exposición superior a 80 dB (A).
2. Nivel diario de exposición superior a 85 dB (A).
3. Nivel diario de exposición superior a 90 dB o nivel de pico superior a 140 dB (A).

La música de fondo en el gabinete dental previene los traumas sonoros, ya que eleva el umbral base y disminuye la discontinuidad sonora de los diversos aparatos (7).

e. *Vibraciones.* Las turbinas y otros instrumentos rotatorios, trasmiten microtraumatismos o vibraciones hacia la mano. En relación con esto, se han descrito casos de *enfermedad de Kienbók* u osteonecrosis aséptica del semilunar, así como *enfermedad de Raynaud*, si bien en esta última se requiere una predisposición constitucional del sujeto.

Los valores de exposición de la mano y el brazo a las vibraciones, están recogidos en la norma ISO-5349; indicando la existencia de

efectos nocivos entre los 8 y 1500 Hz, si bién son más dañinas las frecuencias bajas, entre 8 y 20 Hz (6). La prevención de esta patología se apoya en el perfecto estado del material rotatorio, mediante un adecuado mantenimiento, así como en el diseño ergonómico de estas herramientas.

f. *Radiaciones no ionizantes.* La iluminación de los locales de trabajo, viene regulada por el anexo IV del R.D. 486/1997, de 14 de abril. La relación entre la iluminación ambiental y la del campo de trabajo, debe ser de 1:4. Esto significa que la habitación estará iluminada con 1.250-2.000 lux y la zona de la boca del paciente con 5.000-8.000 lux. El trabajo con iluminación escasa o inadecuada provoca *fatiga ocular* que cursa con visión borrosa, enrojecimiento ocular, picor, lagrimeo y cefalea.

   Las radiaciones ultravioleta proceden de esterilizadores y aparatos de rayos láser. Producen sobre la piel eritemas, quemaduras y tienen efectos cancerígenos. Sobre los ojos ocasionan conjuntivitis. Las medidas preventivas, consisten en evitar mirar directamente la luz y usar gafas protectoras con filtros de color naranja.

   La luz halógena se emplea para la polimerización de resinas compuestas. Estas radiaciones, son especialmente dañinas para los ojos, pudiendo llegar a producir incluso desprendimiento de retina. No se debe mirar la luz de forma directa, utilizando gafas o protectores con filtros de color naranja.

g. *Radiaciones ionizantes.* La utilización de aparatos de rayos X en los gabinetes odontológicos, obliga a medidas preventivas recogidas en el Reglamento sobre protección sanitaria contra las radiaciones ionizantes (RD 783/2001), esto hace que afecciones características de odontólogos como radiodermitis digital, quemaduras o leucemias, cada vez sean menos frecuentes. Según la citada norma, los trabajadores no podrán ser expuestos a más de 100 mSv durante 5 años consecutivos o a 50 mSv durante un año. Si se trata de una mujer en periodo de lactancia, no deberá superar 1 mSv y el público en general no deberá superar 1 mSv/año.

   Los trabajadores expuestos, se encuadran en categorías A y B, según el riesgo probable o no de recibir una dosis superior a 6 mSv/año. Las medidas preventivas, pasan por el seguimiento de las normas de seguridad para las instalaciones con una señalización adecuada. La protección del operador y del paciente se consigue disminuyendo el tiempo de exposición y el miliamperaje, lo que se consigue utilizando placas ultrarrápidas tipo D.

   La clínica odontológica que disponga de aparato de rayos X, deberá según el RD 413/1997:

   - Inscribirse en el registro de empresas externas dependiente del Consejo de Seguridad Nuclear.

- Cumplir lo dispuesto en el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.
- Solicitar al Consejo de Seguridad Nuclear y asignar a cada trabajador un documento individual de seguimiento radiológico, en el que se incluyen datos sobre la identidad del trabajador, disimetrías, fechas de exámenes médicos, formación del trabajador, identificación de la instalación y dosis de radiación recibidas.

Las instalaciones radiológicas del gabinete dental se encuentran clasificadas en tercera categoría (RD 1132/1990), al tratarse de aparatos de rayos de menos de 200 Kv. El personal expuesto pertenece a la categoría B y no precisa por ley llevar dosímetro, aunque es aconsejable. La consulta donde se realiza la radiología, se considera como zona vigilada, debiendo estar indicada con distintivo de color gris azulado (trébol de Rx), y estas zonas sólo estarán limitadas cuando se dispara una placa.

B. FACTORES QUÍMICOS

a. *Mercurio.* La intoxicación por mercurio de carácter profesional tiene en este caso un carácter de cronicidad, se denomina *Hidrargirismo* y se debe a la absorción de los vapores de este metal por vía respiratoria.

Las concentraciones máximas permitidas en medio laboral son de 0,1 mg/m^3. Se ha demostrado el aumento de valores en sangre para este metal en los odontólogos conforme llevan más años trabajando. El valor medio de mercurio en sangre para los dentistas está en 8,2 ng/ml, lo que equivale al doble de la población general. Clínicamente, comienza con anorexia, estomatitis dolorosa, sialorrea fétida, parotiditis (paperas mercuriales), gastritis y enterocolitis. Se acompaña de afectación neurológica, con eretismo, irritabilidad, angustia, depresión, somnolencia y es característico el temblor mercurial, que es bilateral, intencional y afecta a labios, lengua, manos y piernas, que desaparece en reposo y persiste durante el sueño (8).

Estos efectos neurológicos debidos al mercurio, han sido descritos en dentistas (9) así como su acumulación a lo largo del tiempo (10).

Conviene tener presente que la intoxicación laboral por mercurio, se encuentra incluida de forma explícita como enfermedad profesional para odontólogos y estomatólogos en el epígrafe nº 2 del Decreto 1995/1978 cuando se refiere a: «*... trabajos que requieren el empleo de amalgamas en consultorios odontológicos ...*» (11).

La Asociación Dental Americana (ADA) ha propuesto para evitar las intoxicaciones por este metal, una serie de medidas que detallamos a continuación:

- Conservar el mercurio en recipientes resistentes y herméticamente cerrados.
- Manipular el mercurio sobre superficies con rebordes adecuados que permitan recuperar el excedente y evitar así la difusión.
- Limpiar inmediatamente cualquier escape de mercurio.
- Utilizar cápsulas de cierre hermético para vibrar la amalgama.
- Evitar todo contacto al manipular la amalgama.
- Reunir los restos de amalgamas y conservarlos debajo del agua.
- Trabajar en espacios bien ventilados.
- Evitar el alfombrado en zonas operatorias dentales.
- Utilizar técnicas manuales para condensar la amalgama, evitando los sistemas ultrasónicos.
- Determinar anualmente los niveles de mercurio del personal clínico.
- Determinar periódicamente la concentración de mercurio en los lugares de trabajo.
- Informar al personal que maneja el mercurio, acerca de sus riesgos y peligros.

En 1991 se realiza en Milán una Declaración de principios sobre el mercurio y la amalgama odontológica. Este documento, deja patente la inocuidad de la amalgama de plata, no viendo justificado el reemplazo de estas restauraciones. También señala la necesidad de seguir procedimientos adecuados para evitar el contacto del personal con el mercurio (12).

b. *Dermatitis de contacto.* Son numerosos, los productos que pueden desencadenar un eccema de contacto en esta profesión. Desde los monómeros acrílicos, anestésicos locales como la procaína o benzocaína, antisépticos que contengan yodo, pasando por eugenol, eugenato de cinc, formaldehído o resinas, hasta el mercurio, aleaciones cromo-níquel o productos fotográficos e incluso jabones. No debemos olvidar las más frecuentes ocasionadas por sensibilidad al látex o al cromo-níquel.

Este riesgo de dermatitis profesionales, debido a la gran variedad de sustancias que se manipulan, se ve incrementado por los reiterados lavados de manos con jabones y antisépticos (7).

El Glutaraldehído se utiliza como esterilizante y desinfectante de instrumentos que puedan ser dañados por el calor o por disoluciones de hipoclorito, debido a su eficacia frente al VIH, los virus de las hepatitis B y C o el M. Tuberculosis. En el medio sanitario, también se utiliza para desinfección de superficies de trabajo y forma parte de los líquidos de revelado radiográfico. Es altamente

irritante para ojos y mucosas del tracto respiratorio y puede producir dermatitis e incluso asma (13).

Hay que evitar la contaminación de la atmósfera de trabajo, utilizándolo sólo cuando sea imprescindible y en zonas confinadas. Además el trabajador deberá protegerse frente a salpicaduras mediante guantes, gafas y prendas que cubran la piel; lavándose con abundante agua y jabón en caso de contacto con dicha sustancia.

c. *Irritantes.* Diferentes ácidos o álcalis como el hipoclorito sódico, pueden ocasionar irritación química de la piel, quemaduras o irritación de las vías respiratorias, que desaparece al cesar el contacto con el tóxico. También el uso prolongado de disolventes que contienen benceno, puede ocasionar una depresión de la médula ósea.

C. Riesgos Biológicos

Se encuentran regulados por el RD 664/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

Todas las superficies pueden ser contaminadas y se dividen en tres categorías que implican un diferente control de la infección:

- *Objetos críticos*, son aquellos que penetran en los tejidos y/o se impregnan de sangre. Se trata de instrumentos quirúrgicos, fresas, fórceps, curetas, etc., que deben ser esterilizados tras su uso.
- *Objetos semicríticos*, que son aquellos que entran en contacto con mucosas intactas o con saliva. En este grupo, se encuentran los espejos, bruñidores, condensadores, etc., aconsejándose también su esterilización o una desinfección de alto nivel con glutaraldehido al 2% de 10 a 30 minutos.
- *Objetos no críticos*, es decir, los que se encuentran en el área de trabajo, pero sin entrar en contacto con la boca. Pertenecen a este grupo el sillón, el teléfono y todas las superficies de trabajo; siendo necesario realizar una desinfección de los mismos.

Entre los riesgos biológicos más importantes en odontología, señalamos:

a. Hepatitis B. Para Moya Pueyo constituye la enfermedad infecciosa profesional más frecuente del personal sanitario (1), si bien está en claro retroceso gracias a la vacunación sistemática. Está incluida en la reglamentación de 1979 en su apartado d.4.

b. Tuberculosis pulmonar. Los pacientes con esta enfermedad deben encontrarse en tratamiento farmacológico para poder ser tratados por el odontólogo, y éste deberá utilizar las medidas universales de barrera, además de evitar en la medida de lo posible el uso de la

turbina (7). También, deben prevenirse otras infecciones respiratorias con el uso de mascarillas. Hay que tener en cuenta que durante este trabajo, se mueven en el ambiente entre paciente y profesional, diversos tipos de partículas y aerosoles que pueden trasportar bacterias patógenas y saprofitas que si alcanzan las vías respiratorias pueden asentar y provocar patologías.

c. Queratoconjuntivitis por adenovirus y otras infecciones oculares como consecuencia de salpicaduras de saliva procedentes del paciente, que pueden ocasionar conjuntivitis bacterianas o víricas. Estas, son fácilmente evitables con la utilización de gafas protectoras de forma sistemática.

d. A veces, pequeñas heridas previas o bien producidas por el instrumental de trabajo, pueden infectarse por estreptococos, estafilococos o por herpes simple, ocasionando una Paroniquia herpética.

e. SIDA y/o Hepatitis C. La protección del personal frente al VIH y otras enfermedades transmisibles tiene su piedra angular en la utilización de sistemas barrera como son el uso de guantes, gafas y mascarillas. (13). El odontólogo, tiene que considerar a todos sus pacientes como potenciales fuentes de infección y tomar precauciones con todos ellos.

   En caso de un accidente percutáneo laboral, el riesgo de trasmisión para VIH es del 0,3%, bajando al 0,1% en caso de contacto de fluidos con mucosas (14). Habrá que favorecer el sangrado de la herida, lavándola con agua y jabón y aplicar algún desinfectante no irritante. Cuando la exposición es por mucosas, habrá que realizar enjuagues con agua o con suero fisiológico. El seguimiento del profesional expuesto, incluye una determinación de transaminasas, así como serologías para VIH y virus de hepatitis B y C; en el momento del accidente, a las 6 semanas, 3 y 6 meses y al año. La profilaxis se realiza con Zidovudina + Lamivudina + Lopinavir o Ritonavir; o en caso de trabajadora embarazada, sustituyendo el Lopinavir/Ritonavir por Nelfinavir. La administración de los fármacos se hará en las 2 horas postexposición y durante 28 días. Esta profilaxis se recomienda cuando el paciente fuente es un VIH (+) con carga viral detectable y se ofrece para que decida si la toma o no el accidentado, cuando la fuente presenta carga viral indetectable para VIH.

D. Riesgos psíquicos

Influyen factores personales como el sexo, o el carácter; pero también factores externos de tipo familiar y extralaboral (6).

El estrés afecta de una forma especial a todas las profesiones sanitarias, incluidos los dentistas, siendo consideradas como trabajos muy estresantes. Esto se debe a la sobrecarga de trabajo, al horario, a las relaciones

interpersonales y la responsabilidad que en muchos casos lleva aparejado el dirigir una pequeña empresa.

También son relativamente frecuentes en estos profesionales las alteraciones del carácter, la ansiedad e incluso la depresión.

La fatiga mental tiene relación con las exigencias del trabajo, con factores individuales como la edad, el aprendizaje o la personalidad y con factores extralaborales como puedan ser la existencia de problemas familiares (6).

MEDIDAS PREVENTIVAS

- A nivel del medio laboral, vienen recogidas en el RD 486/1997, que los distribuye en 6 anexos:
  - El anexo I hace referencia a las condiciones generales de seguridad respecto a edificios y locales, espacios de trabajo, señalización y protección de zonas peligrosas, suelos, desniveles, barandillas, escaleras, tabiques, ventanas, puertas, etc.
  - En el anexo II se hace referencia al orden, limpieza y mantenimiento del lugar de trabajo.
  - El anexo III recoge las condiciones de temperatura, humedad y ventilación.
  - El anexo IV está dedicado a la iluminación del lugar de trabajo.
  - El anexo V regula los servicios higiénicos y los locales de descanso.
  - Y el anexo VI se refiere al material y locales de primeros auxilios.
- A nivel del trabajador:
  - Programas de Formación: La Ley de Prevención de Riesgos Laborales (31/1995) señala en su art. 18.1:

    «... deberá informarse directamente a cada trabajador de los riesgos específicos que afecten a su puesto de trabajo o función y de las medidas de protección aplicables a dichos riesgos.»

    Respecto a la formación de los trabajadores, esa misma ley recoge en su art. 19.1:

    «... el empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada en materia preventiva...»

    Entre los cursos de formación podemos destacar:
    - Cursos homologados sobre protección radiológica, cumpliendo los requisitos del RD 1891/1991.
    - Cursos básicos de reanimación cardiopulmonar y de urgencias.
    - Formación sobre ergonomía laboral, encaminada a conseguir que se trabaje adoptando posturas correctas, así como un manejo adecuado del instrumental.

  - Formación sobre el manejo de los productos tóxicos utilizados en la consulta de odontología, así como la eliminación de residuos peligrosos generados en la clínica.
  - Formación continuada sobre VIH, hepatitis virales y otras infecciones trasmitidas por vía hemática.
- Vacunaciones y revisiones médicas periódicas:
  - El personal debería estar vacunado de la hepatitis B, del tétanos, de la gripe de forma anual y el personal femenino de la rubéola (6).
  - Revisiones oftalmológicas y otológicas.
  - Controles analíticos periódicos.
- Protección individual durante el trabajo:
  - Uso de mascarillas, guantes y gafas protectoras, o ropa de trabajo y material desechable si es necesario.
  - Realizar el trabajo manteniendo posturas y movimientos ergonómicamente correctos, para prevenir patologías músculoesqueléticas.
- Realizar ejercicios físicos de estiramiento y relajación para paliar los trastornos secundarios a posturas estáticas mantenidas durante el trabajo.

En este sentido, Moya Pueyo (1), realiza una serie de recomendaciones para evitar los riesgos físicos y psicológicos del odontólogo:

- Tener equipos en condiciones optimas, usando poco la turbina y más el micromotor.
- Utilizar asientos adaptables, tener el instrumental al alcance de la mano, buena iluminación y realizar el trabajo con hábitos ergonómicos.
- Evitar ruidos fuertes o utilizar auriculares cuando se usen turbinas o ultrasonidos.
- Uso sistemático de guantes, mascarilla y gafas protectoras.

CONCLUSIONES

- El desempeño de la actividad laboral en odontología, presenta una serie de factores de riesgo que pueden desencadenar la aparición de patología laboral.
- Es necesario llevar a cabo medidas preventivas, tal como se recogen en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (31/95) para evitar en la medida de los posible estas patologías.

- Existen diversos tipos de patologías laborales (enfermedad profesional, accidente de trabajo o no profesional), tal como recoge la LGSS, con derecho a determinadas prestaciones sanitarias y/o económicas para determinados colectivos de trabajadores.

BIBLIOGRAFÍA

1. Moya Pueyo V, Roldán Garrido B, Sánchez Sánchez JA. Riesgos de la profesión odontológica. En: Moya Pueyo V, Roldán Garrido B, Sánchez Sánchez JA. Odontología Legal y Forense. Barcelona. Masson SA. 1994, 225-236.
2. Fernández Crehuet Navajas J, García Rodríguez A, Gómez Aracena J. Patología laboral. Enfermedades del trabajo. Enfermedad Profesional. Accidentes de trabajo. En: Piédrola Gil G y col. Medicina Preventiva y Salud Pública. 10ª ed. Barcelona, Ed. Masson SA. 2001, 1027-1034.
3. Gisbert Calabuig JA, Murcia Saiz E. Patología producida por el trabajo. En: Gisbert Calabuig JA y col. Medicina Legal y Toxicología. 5ª ed. Barcelona. Masson SA. 1998, 469-483.
4. Montoya Melgar A, Pizá Granados J. Curso de Seguridad y Salud en el trabajo. Madrid. Ed. McGraw-Hill. 1996.
5. Castejón Vilella E. Vigilancia de los factores de riesgo. En: Salud laboral, conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales. Barcelona. Ed. Masson SA. 1997. 215-224.
6. Bestratén M, Cavaría R, Hernández A, Luna P, Nogareda C, Nogareda S, Oncins M, Solé MD. Ergonomía. Barcelona. Edit. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 1994.
7. Urraco A, Díaz Alonso MT. Complicaciones médicas en la consulta dental. Madrid. Edit. Smiithline Beecham SA. 1995.
8. Barraquero M, Apellániz A. Toxicología del mercurio en odontología. En: Bascones A Tratado de Odontología. Tomo IV. Madrid. Ed. Smithkline Beecham SA. 1998, 4543-4555.
9. Foo SC, Ngim CH, Salleh I, Jeyaratnam J, Boey KW. Neurobehavioral effects in occupational chemical exposure. Environ Res 1993. 60: 267-273.
10. Echevarría D, Heyer NJ, Martin MD, Naleway CA, Woods JS, Bittner AC. Behavioral effects of low-level exposure to HgO among dentists. Neurotoxicol Teratol 1995, 17: 161-168.
11. Hinojal Fonseca R. Toxicología laboral. Aspectos médicos y legales. 4ª ed. Oviedo. Ed. Gráficas SUMMA. 1998.
12. Federación Dental Internacional. Declaración de principios: El mercurio y la amalgama en odontología. Rev Act Odontoestomatol 1992, 52: 85-6.
13. Toledano M, Osorio R. Procedimientos de desinfección y esterilización en la clínica dental ante un paciente con VIH. En: Velasco Ortega E. Odontoestomatología y SIDA. Barcelona. Espaxs SA. 2002; 327-347.

14. Avellanal D, Arrizabalaga J, Iribarren JA, Rodríguez F, Von Wichmann MA, Camino X, Peláez B. Terapia antirretroviral en profilaxis postexposición. En: Rivero A. (Autor-Editor) Tratamiento de la infección VIH en pacientes con comorbilidad y situaciones especiales. Cordoba. 2004, 177-190.

Legislación Consultada

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales.

Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto Refundido de la Ley General de Seguridad Social.

Ley 14/ 1986, de 25 de abril, General de Sanidad.

Real Decreto 1273/2003, de 10 de octubre, por el que se regula la cobertura de las contingencias de los trabajadores incluidos en el Régimen Especial de la Seguridad Social de los Trabajadores por Cuenta Propia o Autónomos y la ampliación de la prestación por incapacidad temporal para los trabajadores por cuenta propia.

Decreto 1995/1978, de 12 de mayo, que aprueba el cuadro de Enfermedades Profesionales, indicando los productos químicos causantes de la mayoría de ellas.

Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 783/2001, de 13 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra las radiaciones ionizantes y se deroga el RD 53/1992, sobre la misma materia.

Real Decreto 413/1997, de 21 de marzo, sobre protección operacional de los trabajadores externos con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención en zona controlada.

Real Decreto 1132/1990, de 14 de septiembre, por el que se establecen medidas fundamentales de protección radiológica de las personas sometidas a exámenes y tratamientos médicos.

Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

Real Decreto 1891/1991, de 30 de septiembre, sobre instalaciones y utilización de rayos X con fines de diagnóstico médico.

Ciencia Forense, 7/2005: 163-182

EL ESTUDIO DE POLIMORFISMOS DE ADN A PARTIR DE RESTOS ÓSEOS Y DIENTES Y SUS APLICACIONES EN LA IDENTIFICACIÓN DE DESAPARECIDOS

FABRICIO GONZÁLEZ-ANDRADE*
DORA SÁNCHEZ*
BEGOÑA MARTÍNEZ-JARRETA**

Resumen: La identificación de desaparecidos y restos cadavéricos por medio de técnicas de análisis de polimorfismos ADN se ha convertido en una actividad frecuente dentro de la rutina pericial de muchos laboratorios de Genética Forense. En muchos de estos casos la extracción de ADN debe realizarse a partir de dientes y de piezas óseas, y esta tarea no resulta siempre sencilla y directa, en particular cuando se ha de trabajar sobre hueso. La extracción en muchos casos implica cierto grado de dificultad que no debe infravalorarse *a priori*, si bien la misma no es constante y variará dependiendo del método utilizado y sobre todo de la calidad/conservación de las muestras. Como consecuencia de lo anterior se impone la necesidad de establecer protocolos propios en cada laboratorio, y que los mismos se elaboren teniendo en cuenta estas circunstancias y las características, peculiaridades y necesidades locales. El análisis de ADN es una poderosa herramienta en la identificación individual y así debe considerarse también dentro de un proceso general de identificación de restos óseos y de cadáveres de desaparecidos, sin embargo no ha de conceptuarse como un método excluyente o sustitutivo, sino como complementario de otros que resultan igualmente fundamentales en estos supuestos (i.e.: métodos y técnicas propias de la antropología y odontología forense). En este trabajo se realiza una revisión general de estudio del polimorfismos de ADN a partir de restos óseos y dientes y sus aplicaciones en la identificación de desaparecidos.

* Laboratorio de Genética Molecular. Hospital Metropolitano. Quito, Ecuador.

** Profesora Titular de Medicina Legal y Forense. Departamento de Medicina Legal. Universidad de Zaragoza, España.

Palabras clave: Extracción de ADN. Huesos. ADN. STRs. Justicia. Ecuador.

Abstract: The identification of disappeared persons and corpse remains by means of DNA polymorphism analysis techniques has become a frequent activity within the expert routine of many Forensic Genetics laboratories. In many of these cases, the DNA must be extracted from teeth and bone parts, and this task is not always simple and direct, especially when having to work on bone. In many cases, the extraction involves a certain degree of difficulty, which must not be undervalued a priori, although the extraction is not constant and will vary depending on the method used and above all on the quality / preservation of the samples. As a result of the above, the establishment of own protocols in each laboratory is imperative, as well as for these to be prepared bearing in mind thesee circumstances and characteristics, peculiarities and local needs. DNA analysis is a powerful tool in individual identification and it must be considered as such, too, within a general identification process of bonee remains and of corpses of disappeared persons. However, it must not be regarded as ruling out or replacing others, but as an additional method to others that are equally essential in these cases (i.e. own methods and technology of forensic odontology and anthropology). This work carried out a general review of the study of DNA polymorphisms based on bone remains and teeth and its applications in the identification of disappeared persons.

Key words: DNA extraction. Bones. DNA. STRs. Justice. Ecuador.

Este trabajo explica de forma sucinta la importancia del ADN en sus aplicaciones a la identificación de desaparecidos, mediante el análisis de los restos óseos y dientes. Cabe señalar que en el mundo contemporáneo, cada vez más agitado y violento, son numerosas las personas que desaparecen por distintos motivos, para tal vez posteriormente aparecer como cadáveres, cuya identidad habrá de investigarse. En muchos países, particularmente de América Latina, a pesar de la aparente paz, la criminalidad y la violencia callejera, dejan cada vez más víctimas y desaparecidos. En otros casos, como en los conflictos armados, la desaparición de personas se puede llegar a convertir en un *modus operandi*, para reprimir a la población a la que se somete. Todo ello ha generado una fuente casi inagotable de trabajo para muchos Laboratorios de Genética Forense, que se ven en la dura tarea de dar una respuesta a los familiares y a la sociedad civil en general.

En muchas situaciones donde, por las circunstancias del hecho, la posibilidad de la identificación es muy complicada, como ante muestras biológicas antiguas, restos o fragmentos humanos, etc. la prueba del ADN va a ser la única vía de investigación. El tipo de muestras a analizar depende del estado del cadáver o los restos hallados, pudiéndose encontrar situaciones diversas. En muchos casos, el uso del ADN ofrece una respuesta defini-

tiva en la identificación humana, sin embargo, aunque es una técnica altamente discriminatoria, no siempre es suficiente y son muchos los casos en que no es capaz de reemplazar a la evaluación antropológica (Budjimila Z, y cols. 2003). El análisis de ADN puede ser utilizado para identificar un individuo o para excluir falsos positivos de identificación humana (Hochmeister M y cols., 1991). La identificación de cuerpos se hace utilizando muestras sanguíneas de familiares y la información derivada del árbol genealógico (*pedegree*), de tal manera que se pueda predecir el genotipo del familiar desaparecido como si se tratase de un caso estándar de paternidad o maternidad. El número de familiares analizados es importante para la obtención del coeficiente de verosimilitud a partir del estudio genético realizado. Para el cálculo de ese coeficiente resulta imprescindible utilizar las bases de datos poblacionales correspondientes al grupo étnico o poblacional en cuestión (González F, Martínez-Jarreta B, 2005).

Con el fin de identificar los restos antiguos, restos o fragmentos humanos, se pueden utilizar los efectos personales de los individuos desaparecidos, como son cepillos de dientes, peines, maquinillas de afeitar y en general cualquier soporte sobre el que exista la certeza de encontrar tejidos o células de la persona que buscamos. No siempre podremos establecer un perfil genético único, en ocasiones sólo podremos obtener varios perfiles, lo que descarta el uso del efecto analizado. Otro recurso interesante es el uso de muestras biológicas obtenidas del desaparecido previamente, como muestras de sangre o biopsias, que se guardan archivadas en centros hospitalarios o asistenciales. Sin duda algo que puede parecer trivial pero que es de notoria importancia es conocer con plena certeza la procedencia de las muestras de cotejo (González F, Sánchez D, 2004).

Tipos de estudios para identificación. Clásicamente, existen dos situaciones establecidas (Huffine E, 2001). Los estudios CERRADOS, en los cuales los restos de un miembro de la familia son reconocidos por un efecto personal, por una característica física personal individual (*ante mortem y post mortem*), o por un documento o credencial personal (Documento Nacional de Identidad-DNI, o Cédula de Identidad) encontrado cerca del cuerpo. En estos casos el estudio de ADN tiene el carácter de confirmatorio de la identidad ya que existe un familiar reclamante, en otras palabras, conocemos cuál habría de ser la identidad *a priori*. Los estudios ABIERTOS, involucran restos en los cuales tenemos poca o ninguna información previa, o se desea contrastar un número incierto de desaparecidos con un número determinado de restos cadavéricos, con la participación de algunos posibles familiares reclamantes. Desde luego, en este segundo caso las probabilidades de identificación positiva disminuyen (Clayton TM y cols., 1995).

Identidad de una persona. Las cuestiones relacionadas con la identificación de las personas tienen una enorme importancia en Medicina Legal, tanto en el caso de sujetos vivos como el de cadáveres. Una de las acepciones de la palabra *identificar* es reconocer si una persona es la que se busca.

Es decir, se trata de establecer su individualidad determinando aquellos rasgos o conjunto de cualidades que la distinguen de todos los demás y hacen que sea ella misma.

Para la identificación de desaparecidos, los polimorfismos de ADN en muestras de cadáveres o restos cadavéricos amplían la posibilidad de conocer la identidad de la persona a la que pertenecen, ya que en muchas ocasiones otros métodos tradicionales no lo permiten. El ADN es una molécula muy estable en el medio ambiente, lo que facilita su estudio en restos de gran antigüedad, si bien las posibilidades de éxito dependen más de las condiciones de conservación que de la edad/antigüedad de las muestras (Lorente J y cols., 2001).

En las grandes catástrofes producidas por fenómenos naturales como inundaciones, terremotos, etc., por accidentes de tráfico (aéreo, terrestres, etc.), o intencionadas como atentados terroristas y conflictos armados, el análisis se realiza a partir de restos humanos y dado el estado de los mismos (en muchas ocasiones se reduce a pequeños fragmentos de huesos o tejidos), las posibilidades de identificación de las víctimas quedan limitadas al análisis de los polimorfismos de ADN (Corach D, 1995). Este análisis nos permite buscar la coincidencia de esos fragmentos y ponerlos en relación con personas vivas, con algún grado de parentesco. El cuadro 1 muestra los métodos más utilizados en la identificación humana.

Cuadro 1. Métodos utilizados en identificación humana

INDIVIDUOS VIVOS	CADÁVERES O RESTOS CADAVÉRICOS (FRAGMENTOS)
Identificación general: sionomía, sexo, peso, talla y edad, color de cabello y de piel, marcas particulares individuales	Diagnóstico de especie
Huellas dactilares	Datación de los restos por métodos morfológicos, químicos y biológicos (entomología forense)
Registro de la voz	Identificación somática: etnia, sexo, edad y talla
Trazado caligráfico	Información individualizada del cadáver: objetos encontrados, características patológicas individuales, identidad radiológica. Comparación de datos *ante mortem* y *post mortem*.
	Identificación odontoestomatológica (odontología forense)
	Métodos bioquímicos: grupos sanguíneos, proteínas plasmáticas, enzimas eritrocitarias, sistema HLA
Perfiles de ADN (huella digital genética o DNA fingerprinting)	

Elaboración: autores.

En la rutina médico-forense, la identificación positiva del cadáver, debe realizarse utilizando todos y cada uno de los recursos disponibles. Algunos patólogos forenses (Di Maio V, Dana S, 2002), clasifican a los métodos de identificación en dos grupos principales:

Grupo I: Identificación del cadáver por parientes y/o amigos; identificación basada en documentos del cadáver, ropas, cicatrices o tatuajes; identificación por exclusión, etc.

Grupo II: Huellas dactilares, identificación dental y métodos antropométricos, análisis de ADN, comparación de placas radiográficas *ante y post mortem.*

Si el patólogo o el forense se encuentran con un cadáver sin identificar, y los intentos básicos de identificación han sido inútiles, se recomiendan las siguientes acciones, de forma previa a su envío o enterramiento: tomar fotografías del rostro y del cuerpo, hacer un gráfico y una placa radiográfica de los dientes, tomar las huellas del cadáver, realizar radiografías corporales y tomar muestras de tejidos para posterior análisis de ADN (Di Maio V, Dana S, 2002).

Las muestras en la identificación de cadáveres. Se considera MUESTRA a todo vestigio biológico de un ser humano u otro ser vivo que pueda ser analizado por una técnica de laboratorio. En Genética Forense las muestras provienen con frecuencia de los individuos implicados en un delito, o de las personas que solicitan una prueba de paternidad. En criminalística, las muestras pueden obtenerse de la víctima de hechos delictivos, de los instrumentos usados, del autor del delito y del escenario del crimen, etc. Una muestra obtenida adecuadamente puede llegar a ser una EVIDENCIA durante un proceso judicial, y una evidencia a su vez puede ser utilizada para demostrar la relación o contacto habido entre varias personas, demostrar la relación de una muestra de una determinada persona con un delito y demostrar que los restos hallados corresponden a un determinado individuo (González F, Martínez B, 2001).

En la práctica, las muestras que se obtienen de una escena criminal contienen cantidades considerablemente menores de ADN. Esto se debe a varios factores que afectan la disponibilidad del material genético:

1. *Cantidad:* Lo habitual cuando hay muy poca muestra hay muy poco ADN (a pesar de la sensibilidad de la técnica utilizada).
2. *Degradación del ADN:* El ADN se puede degradar con facilidad por la exposición prolongada a condiciones ambientales adversas o por contaminación bacteriana o micótica.
3. *Pureza de la muestra:* La presencia de suciedad, grasa, impurezas y otros contaminantes puede llegar a inhibir la amplificación del ADN de la muestra durante la PCR.

No se puede extraer igual cantidad de ADN de todos los tipos de muestras, existe un rango de variación de rendimiento en la extracción entre unas y otras, como observamos en la siguiente tabla.

Cuadro 2. Contenido de ADN en diferentes muestras biológicas

TIPO DE MUESTRA	CANTIDAD DE ADN DISPONIBLE	CONSERVACIÓN
Sangre líquida	20 a 40 µg/mL	Refrigerar a 4º C
Sangre en soportes	250 a 500 ng/mL	Secar al ambiente y guardar en sólidos (manchas) bolsas de papel
Hisopado vaginal o rectal	250 a 500 ng/mL	Secar y guardar en un tubo estéril al ambiente
Semen líquido	150 a 300 µg/mL	Refrigerar a 4º C
Semen en frotis postcoital	10 a 3.000 ng/mL	Refrigerar a 4º C
Pelo con bulbo arrancado	1 a 750 ng/bulbo	Al ambiente
Saliva	1 a 10 µg/mL	Secar y guardar en bolsas de papel al ambiente
Frotis bucal	1 a 1,5 µg/mL	Secar al ambiente y guardar en bolsas de papel
Orina	1 a 20 ng/mL	Congelar a - 4º C
Huesos (según condiciones)	3 a 10 ng/mg de hueso	Limpiar y guardar en bolsas de papel
Fluido amniótico	65 ng/mL	Congelar a - 4º C
Vellosidad corial	8 µg/mg	Congelar a - 4º C
Hígado	15 µg/mg	Congelar a - 4º C
Músculo	3 µg/mg	Congelar a - 4º C

Fuente: González F, 2001. Elaboración: autores.

Una de las responsabilidades del forense es determinar la identidad de un cadáver. Sin embargo, esto no siempre es posible. Por ello, debe establecerse una identificación presunta o provisional, para luego establecer la identidad definitiva con otros métodos, en particular, el análisis de ADN. A pesar de ello, hay ocasiones en que no se logra una identificación definitiva nunca. Se recomienda siempre, antes de proceder al enterramiento o a la inhumación, recolectar muestras y objetos, que podrían ser utilizados en un futuro, como lo señala el cuadro 3.

Cuadro 3. Recursos necesarios para identificación posterior de cadáveres

MUESTRA /RECURSO	CUERPO NO DESCOMPUESTO	CUERPO DESCOMPUESTO	CUERPO CARBONIZADO	ESQUELETO
Foto en color de la cara, frontal y de perfil, con un número de identificación previo	Sí	Sí	Sí	-
Foto en color de marcas (tatuajes, cicatrices, piercing, etc.)	Sí	Sí	-	-
Fichas completas de huellas dactilares, y cuando se pueda palmares y plantares (usar sistemas consensuados)	Sí	Si se dispone	-	-
Ficha dental y radiografía (panorámica dental)	Sí	Sí	Sí	Sí
Huesos maxilar inferior y superior		Sí	Sí	Sí
Radiografías del cráneo (donde se observen los senos frontales y maxilares)	Sí	Sí	Sí	Sí
10 a 20 cc de sangre con EDTA (análisis de ADN)	Sí	Si se dispone	Sí	-
Pelos con bulbo, mínimo 10 pelos (ADN)	Sí	-	-	Si se dispone
Hueso largo con médula, fémur o húmero (ADN)	-	Sí	Si es posible	Sí
Ropa y efectos personales (dentaduras, audífonos, marcapasos, prótesis, etc)	Sí	Sí	Sí	Sí

Elaboración: autores.

El ADN en el tejido óseo. Aunque esperamos que el ADN sea virtualmente idéntico en todas las células del cuerpo, su estabilidad *post mortem* difiere significativamente de un tejido a otro. El ADN se degrada rápidamente en tejidos blandos de cuerpos en descomposición como consecuencia inmediata del crecimiento bacteriano y la influencia de factores medioambientales. Estudios realizados en diferentes tejidos indican que en el hígado el ADN tiende a degradarse más rápidamente, mientras que en el músculo cardiaco, bazo y hueso tiende a estar menos degradado. La protección del medio externo que la matriz ósea brinda al ADN hace del hueso el último recurso para obtener información genética cuando el resto de tejidos es inútil para este fin. Y decimos bien último recurso, pues el proceso de extracción de ADN del hueso es siempre complicado y a veces infructuoso, por lo que trabajar con restos óseos implica que se ha elimi-

nado cualquier otra posibilidad de obtener ADN (restos con alto grado de descomposición, procedentes de exhumaciones, restos antiguos, etc.), aunque si las condiciones son adversas, ni siquiera el ADN atrincherado en el hueso es inmune a la degradación (Prieto V, 2004).

Degradación del ADN en tejidos. Cuando un organismo muere, su ADN se degrada rápidamente por la acción de nucleasas endógenas. Sólo bajo circunstancias afortunadas como una desecación rápida, bajas temperaturas o alta concentración de sales, las nucleasas pueden destruirse o inactivarse frenando los procesos de degradación. Es un hecho universalmente aceptado la ausencia de correlación entre la edad de un espécimen y su estado de conservación, que depende mucho más directamente de su entorno inmediato. Yacimientos en áreas activas de suelo o medios húmedos reducen drásticamente la probabilidad de éxito en la extracción de ADN en cortos periodos de tiempo. En un estudio sobre varios especimenes momificados (humanos y animales), se comprobó que un espécimen de 4 años muestra la misma degradación, en cuanto a fragmentación del ADN, que uno de 100 años, comparable también a lo que se observa en momias de 5.000 y 13.000 años de antigüedad (Päabo S, 1989). Ya que sabemos de partida que el ADN de este tipo de muestras será escaso y degradado, la elección del método de extracción será crucial y, a menudo, supone un compromiso entre cantidad y calidad. El problema se centra en maximizar la producción de ADN y la eliminación de inhibidores, minimizando las pérdidas de ADN en sucesivos pasos de purificación. La escasa cantidad de ADN recuperado en algunos casos (subnanogramos) es especialmente sensible o muy vulnerable a sufrir contaminaciones (tabla 2) ya que ni siquiera el autoclavado degrada el ADN lo suficiente como para hacer imposible amplificaciones de 100 pb (Päabo S, 1990). En este sentido, todas las precauciones conocidas para minimizar el riesgo de contaminaciones deben observarse escrupulosamente.

Cuadro 4. Fuentes de contaminación de restos óseos y dentales

TIPO ADN	FUENTE	PREVENCIÓN
Humano (previo al laboratorio)	Contacto con otros restos en enterramientos colectivos Por personal que recoge las muestras	Lavado exhaustivo de muestras en laboratorio Uso de guantes, mascarillas, etc.
Humano (en el laboratorio)	Por el manipulador Contaminación cruzada con muestras procesadas simultáneamente Transferencia de productos de PCR previas (reactivos/ material contaminado)	Uso de guantes, mascarillas, etc. Uso de controles Uso de controles
No humano	Bacterias, hongos, insectos, etc	Uso de cebadores humanos

Fuente: Prieto V, 2004.

En este apartado trataremos las piezas dentales y restos óseos por separado como fuentes potenciales de ADN y su procesado previo hasta la pulverización. A partir de este punto, las estrategias de extracción son comunes a ambos tipos de muestra. Trataremos distintos tipos de extracción, contemplando la controversia entre métodos con y sin descalcificación, distintas estrategias para superar los problemas derivados de la presencia de inhibidores y, por último, veremos algunas modificaciones presentes en el ADN productos del envejecimiento y del medio ambiente.

ANÁLISIS DEL ADN DENTARIO

Características del tejido dental. El tejido blando de las cámaras de pulpa coronal y radicular está formado por odontoblastos, fibroblastos, células endoteliales, células nerviosas periféricas, células de mesénquima no diferenciadas y células sanguíneas. La celularidad del tejido de la pulpa decrece con la edad, a medida que se incrementan los elementos intercelulares fibrosos. El volumen medio de pulpa presente en un diente es de 0.02 mL, con máximos de 0.023 mL en el tercer molar del maxilar y 0.031 mL en el tercer molar mandibular. La cámara de pulpa decrece con la edad y con la irritación por las deposiciones secundarias de dentina.

Recuperación teórica de ADN. En condiciones óptimas, un diente puede rendir entre 15 y 20 µg de ADN de alto peso molecular, sin embargo, son muchos los factores que afectan esta teórica cantidad y calidad de ADN extraído, siendo el más importante el tipo de suelo (Prieto V, 2004).

Factores que afectan a la cantidad y calidad del ADN extraído de dientes. Del entorno: tipo de diente, patologías o traumas, edad del donante, antigüedad del diente, variabilidad interindividual, de la cantidad de pulpa. De la muestra: parámetros controlados en laboratorio como pH, temperatura, humedad, tipo de suelo, agua de mar, enterramiento, antigüedad. En muestras reales: historia desconocida concurrencia de factores.

Acceso al ADN encerrado en la pulpa dental. Se contemplan básicamente dos métodos: la pulverización total de la pieza dental y la sección, normalmente horizontal, del diente, cada una de ellas con sus pros y sus contras.

- Pulverización total del diente: aumenta el riesgo de contaminación por material externo al diente y de degradación por exposición a nucleasas bacterianas, pero conlleva una mayor proporción de ADN recuperado.
- Sección transversal u horizontal del diente: permite una extracción selectiva de la pulpa dental y una extracción de ADN de mayor calidad que el caso de la pulverización pero supone mayor tiempo empleado en seccionar el diente, mayor dificultad para recoger la muestra, mayor riesgo de pérdidas y menor cantidad de ADN recuperado.

Precauciones. Con el fin de evitar el contacto de la pulpa con el medio externo y prevenir contaminaciones, se han llegado a diseñar sofisticados sistemas como la inclusión de la pieza dental en silicona para acceder a la pulpa por sección radicular. Para minimizar el riesgo de contaminación externa es siempre recomendable someter el diente a tratamientos de limpieza previos a la pulverización y extracción de ADN. Se utilizan indistintamente soluciones jabonosas, alcohólicas (etanol al 70%), hipoclorito al 5 o 10%, etc. El hervido de las piezas dentales no es recomendable ya que se sabe que las altas temperaturas afectan a la recuperación de ADN. Los dientes encerrados en hueso y tejido blando son más resistentes al efecto de la temperatura que los dientes aislados.

EL TEJIDO ÓSEO

Características del tejido óseo. La mayor parte del ADN del hueso compacto está localizado en los osteocitos, restos de los osteoblastos que secretaron hueso alrededor de ellos y se aislaron de la matriz extracelular. Existen aproximadamente de 20.000 a 26.000 osteocitos por mm^3 de matriz de hueso calcificado.

Recuperación teórica de ADN. En muestras de laboratorio, huesos control entre 3.3 y 16 µg ADN por gramo de polvo de hueso extraído; huesos expuestos a factores ambientales externos, cerrados en bolsas de plástico, inmersos en agua o enterrados en suelo: entre 25 ng y 1.7 µg de ADN de peor calidad que en los anteriores por gramo de polvo de hueso. En muestras forenses, con «historia desconocida», la producción media decae hasta tres órdenes de magnitud, moviéndonos en el rango de nanogramos en el mejor de los casos o picogramos. Aunque la cantidad de ADN recuperado de huesos suele ser alta cuando se analiza ADN total en gel de agarosa con bromuro de etidio, el análisis de ADN humano con sondas específicas muestra que en especimenes deteriorados el ADN humano puede suponer hasta menos de un 1% del total, correspondiendo el resto a ADN bacteriano y fúngico. En cuanto a su degradación, es normal en muestras deterioradas que se obtenga un ADN con un tamaño medio de fragmento inferior a 500 pares de bases. Se observa que la variabilidad de producción de ADN depende del tipo de hueso, incluso dentro de un mismo individuo.

Procesado previo de huesos. El procesado previo de los restos óseos debe comenzar siempre por la limpieza del espécimen, al igual que en las piezas dentales, para liberarlo de cualquier resto de tejido blando y descontaminarlo. En muchos protocolos publicados se contempla la eliminación de una capa superficial de 1 ó 2 mm por lijado para evitar la contaminación con ADN exógeno depositado en el exterior del hueso. También se utiliza el lavado con agua destilada estéril, soluciones jabonosas, etanol 70% o 95%, etil éter o hipoclorito al 5 o 10 %, la irradiación con UV, etc. Tras la limpieza, el hueso se fragmenta y se sumerge en nitrógeno líquido para su pulverizado.

Para minimizar la frecuencia de contaminación dentro del laboratorio, el Grupo Europeo de Perfiles de ADN (European DNA Profile Group) ha desarrollado una serie de recomendaciones que deben tenerse en cuenta en el momento de procesar una muestra con fines de identificación humana:

- Usar un control negativo tanto en el proceso de extracción como en el de amplificación y, en este último paso, usar también un control positivo.
- Áreas separadas para la pre-PCR y la post-PCR.
- Uso de pipetas con presión positiva o puntas resistentes a aerosoles durante todo el proceso de amplificación.
- Todo el material de plástico debe ser previamente esterilizado, preferiblemente mediante UV. Además, todas las soluciones usadas en las operaciones de pre-PCR deben esterilizarse mediante autoclavado o con UV.
- No amplificar conjuntamente muestras que a priori tengan mucha o poca cantidad de ADN o muestras de referencia con muestras dubitadas.
- En aquellos casos en que se disponga de muestra suficiente debería duplicarse el proceso de extracción y el de amplificación por personas diferentes.
- Es necesario disponer del tipado genético de todo el personal que trabaja dentro del laboratorio.

Estos criterios no eliminan completamente la contaminación, pero minimizan su frecuencia, hacen que sea fácilmente trazable y la política de duplicación de análisis asegura que no se emitan resultados erróneos.

EXTRACCIÓN

1. *Pulverización:* El paso previo obligado para acceder al ADN presente en los huesos y dientes es la pulverización. Esta puede llevarse a cabo de forma manual tras la inmersión de los fragmentos óseos en nitrógeno líquido, aunque hoy en día está muy extendido el uso de criopulverizadores magnéticos.

2. *Descalcificación:* Una vez obtenido el polvo, éste puede o no someterse a procesos de descalcificación con una solución quelante, tema que conlleva cierta controversia entre los distintos autores consultados (cuadro 5).

3. *El protocolo de extracción más extendido*, admitiendo pequeñas variaciones, es el propuesto por Hochmeister (Hochmeister, 1991). Además de este método clásico, se han ensayado otros métodos alternativos para conocer su eficacia en la extracción.

Cuadro 5. Controversia sobre descalcificación de los huesos

DESCALCIFICACIÓN	ARGUMENTOS
A favor	Iones minerales del hueso pueden impedir recuperación de ADN (lavan además 3 veces con agua el producto descalcificado) Mayor rendimiento en huesos antiguos (3 meses-11 años)
En contra	Consume tiempo, es innecesaria, se duplica rendimiento

Fuente: Prieto V, 2004.

Inhibidores. Los extractos de restos óseos pueden contener, al igual que otras muestras forenses, componentes de bajo peso molecular, supuestamente derivados del medio de enterramiento, que copurifican con el ADN e inhiben la reacción de la PCR. Los inhibidores pueden proceder del suelo, madera, tintes textiles, etc. Muchos grupos han experimentado sistemas de limpieza post-extracción para eliminar inhibidores. Existen distintas estrategias para resolver la presencia de inhibidores en el extracto de ADN.

Cuadro 6. Posibles soluciones frente a la presencia de inhibidores

a) Eliminación:

Purificación con lavados intensivos del ADN con TE en membranas tipo Centricon o en columnas de sílice.

Reextracción del ADN.

Purificación por cromatografía.

Minicolumnas de sílice que, en presencia de agentes caotrópicos (como el isotiocianato de guanidina) forman puentes salinos con polímeros cargados negativamente como el ADN, permitiendo el lavado de los contaminantes y posterior recuperación del ADN con un tampón de elución apropiado.

b) Inactivación o bloqueo de la actividad del inhibidor mediante:

Choque térmico.

PCR con hot start.

Adición de BSA a la mezcla de reacción.

Adición de cantidades extra de Taq polimerasa (aumentar los niveles de Taq facilita la amplificación incrementando la probabilidad de que moléculas diana con el cebador unido sean reconocidas y extendidas en los ciclos iniciales de la PCR).

Cuadro 6. Posibles soluciones frente a la presencia de inhibidores (cont.)

c) Tratamiento desnaturalizante con NaOH:

Combina la estrategia de lavado del inhibidor en unidades Microcon 100 con un efecto inactivador por su alto pH. Bajo condiciones alcalinas, el ADN se encuentra en cadena simple, y ya que muchos de los inhibidores se intercalan en la doble cadena de ADN, la desnaturalización puede disminuir significativamente su afinidad por el ADN, permitiendo su dilución y retirada del extracto. Sin embargo, esta técnica tiene una aplicabilidad limitada para muestras límite, muy degradadas y con número de copias bajo debido a que la recuperación de ADN es aproximadamente el 50% del inicial y a la degradación que sufre el ADN de cadena simple por roturas de la cadena y renaturalización defectuosa.

d) Titular la cantidad mínima del inhibidor capaz de bloquear la reacción de PCR

Si no es posible retirar, inactivar o bloquear al inhibidor presente en nuestro extracto, otra estrategia sería titular la cantidad mínima del inhibidor capaz de bloquear la reacción de PCR realizando diluciones seriadas del extracto con un ADN conocido e intentar readaptar las condiciones de la amplificación a la cantidad de extracto en la que el inhibidor no sea un obstáculo.

Fuente: Prieto V, 2004.

Nuestra experiencia en análisis de restos óseos. En el Ecuador el análisis del ADN lleva casi una década (Sánchez D, 1998), y son los estudios de filiación y paternidad los que más solicitud han tenido hasta el momento (González F y cols., 2002).

Caso 1: Desastres

El miércoles 20 de noviembre de 2002 ocurrió una explosión en el interior de una de las bodegas de municiones de la Brigada de Caballería Blindada Galápagos, en la ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo, dejando 7 individuos fallecidos, más de 100 heridos y 4 individuos desaparecidos. La explosión se produjo en el interior de una bodega con armamento y munición militar, y se cree que fue por una detonación accidental. El análisis se realizó por nuestro equipo de laboratorio utilizando los protocolos internos para este fin. Se analizaron 20 muestras de restos óseos y una muestra de tejidos blandos (mancha de sangre en pedazo de tela) procedentes de la zona cero de la explosión, los mismos que fueron entregados por el Médico Forense de la Fiscalía. Se tomaron muestras de los familiares de los posibles desaparecidos. Los resultados encontrados fueron:

Tabla 1. Muestras analizadas

Nº MUESTRA	TIPO DE TEJIDO	DESCRIPCIÓN INICIAL, REALIZADA POR MÉDICO FORENSE	DESCRIPCIÓN REAL REALIZADA EN LABORATORIO DE ADN
1	Hueso	Fragmento de hueso largo no identificado	Epífisis distal de peroné derecho
2	Hueso	Cabeza de articulación sin determinar	Cabeza de húmero derecho
3	Hueso	Fragmento de costilla	Fragmento de costilla
4	Hueso	Articulación de rodilla	Epífisis distal de fémur derecho
5	Hueso	Rótula	Rótula
6	Hueso	Fragmento de cráneo	Cráneo, parietales (sutura sagital)
7	Hueso	Fragmento de cráneo	Cráneo, fragmento temporal
8	Hueso	Cabeza de peroné	Calcinado, No se identifica
9	Hueso	Fragmento de fémur (exhumación)	Fragmento de fémur (exhumación)
10	Músculo	Fragmento de músculo (exhumación)	Fragmento de músculo (exhumación)
11	Hueso	Articulación de rodilla	Epífisis distal de fémur izquierdo
12	Hueso	Fragmento de astrágalo	Calcáneo izquierdo
13	Tejidos	Pedazo de uniforme con manchas de sangre	Pedazo de uniforme con manchas de sangre
14	Hueso	No identificado	No identificado
15	Hueso	Fragmento de muñeca	Fragmento de carpo izquierdo
16	Hueso	Hueso plano no identificado	Hueso plano, fragmentos de iliaco derecho
17	Hueso	Fragmento de húmero	Fragmentos de astrágalo y calcáneo izquierdo
18	Hueso	Fragmento de radio izquierdo	Fragmentos de epífisis distal del cúbito izquierdo
19	Hueso	No identificado	No identificado
20	Hueso	No identificado	No identificado
21	Hueso	Maxilar superior	Maxilar superior izquierdo con seis dientes

Tabla 2. Perfiles genéticos encontrados

SISTEMA GENÉTICO ANALIZADO	PERFIL 1	PERFIL 2	PERFIL 3	PERFIL 4	PERFIL 5
	Muestras 2-14-16-18	Muestra 17	Muestras 3- 5-6-7-8-9-10-12-15-21	Muestras 1-4	Muestras 11-20
D3S1358	14-15	15-15	15-16	15-16	16-17
HUMTH01	6-7	7-9.3	7-9.3	7-8	6-9
D21S11	29-33.2	29-30	31.2-32.2	28-31.2	29-33.2
D18S51	15-17	14-15	14-15	13-14	12-14
Penta E	15-20	-	12-19	10-15	12-21
D5S818	10-11	11-12	11-12	11-12	11-14
D13S317	9-11	9-9	9-12	8-11	11-13
D7S820	10-11	11-11	10-11	11-12	8-12
D16S539	9-14	10-12	9-12	9-12	10-11
HUMCSF1PO	11-11	11-12	10-10	11-12	10-12
Penta D	10-10	9-13	10-10	10-11	11-12
HUMvWA	14-18	16-17	15-16	17-18	16-17
D8S1179	12-13	8-13	15-15	10-16	10-17
HUMTPOX	8-11	8-11	8-12	8-8	11-11
HUMFGA	23-26	19-25	25-25	21-24	22-25
Amelogenina	XY	XY	XY	XY	XY

Tabla 3. Correlación con presuntos familiares

FAMILIA	DESAPARECIDO	STR -AMEL	FAMILIARES ANALIZADOS	MUESTRAS QUE SE CORRESPONDEN	ÍNDICE FORENSE (LR)
Familia 1	Individuo 1	XY	Presunta madre	2-14-16-18	39,794.122
Familia 2	Individuo 2	XY	Presunto padre	17	38.494
Familia 3	Individuo 3	XY	Presunta madre	3- 5-6-7-8-9-10-12-15-21	396.497
Familia 4	Individuo 4	XY	Presunta madre	1-4	1,537.512
Familia 5	Individuo 5	XY	Presunto hijo	11-20	1,236.270

Esta experiencia a nivel local nos permitió encontrar varios problemas a solucionar en un futuro, entre ellos, que no existe un real sistema médico forense en el Ecuador, ya que no contamos con especialistas en todas las áreas, no se pudo establecer un centro de información al público y, tampoco se pudo establecer un centro de coordinación adecuado. En el aspecto técnico, en la primera ronda de análisis encontramos algunos perfiles incompletos que dieron lugar a confusión, esto fue superado realizando re-extracciones de ADN y, aumento el rendimiento de la PCR.

CASO 2: IDENTIFICACIÓN INDIVIDUAL DE DESAPARECIDOS

Tabla 4. Casos analizados de desaparecidos

CÓDIGO INTERNO	RESTO ANALIZADO	FAMILIAR CONTRASTADO	DELITO	PROCEDENCIA	RESULTADO
For 01-99	**Hueso largo**: tibia, costillas **Hueso plano:** cráneo	Presuntos padres	Secuestro más homicidio	Enterramiento	Positivo (inclusión)
For 02-99	**Hueso largo**: fémur derecho Restos fetales	Presunto padre	Homicidio más identificación de paternidad	Enterramiento	Positivo
For 10-02	**Hueso largo:** húmero izquierdo	Presuntos padres	Desaparecido (secuestro?)	Restos putrefactos	Negativo (exclusión)
For 06-03	**Hueso corto:** fragmento de maxilar inferior calcinado **Dientes:** dos molares inferiores	Presuntos padres	Identificación de cadáver calcinado luego de homicidio	Carbonizado	Positiva
For 19-03	**Hueso largo:** fémur derecho	Presunta hija	Secuestro más homicidio posterior	Enterramiento	Positiva
For 19-03	**Hueso largo**: fémur izquierdo	Presunta hija	Secuestro más homicidio posterior	Enterramiento	Positiva
For 2-04 a	**Hueso corto:** fragmentos óseos distintos	Sin familiares	Identificaciónde cadáver desaparecido	Restos putrefactos	Negativa
For 2-04 b	**Hueso corto:** maxilar inferior **Dientes:** 6 piezas dentales distintas	Presunta hija	Identificación de cadáver desaparecido	Restos putrefactos	Positiva

En la tabla precedente se muestran 8 casos de extracción de ADN de huesos y dientes, para identificación de desaparecidos. Tan sólo el 75% fueron identificaciones positivas con AD, en el resto no se logró una adecuada identificación por ADN, ni por ningún otro método. Según la Fiscalía y otras ONG se calcula que en el Ecuador desaparecen 100 personas en promedio al mes, de ellos un 10% se presume que han fallecido por causas violentas. En todos los casos analizados la Fiscalía, luego del informe emitido, dictó resolución y cerró el caso.

Caso 3: Investigación de paternidad (filiación) con restos óseos

Se utiliza sobre todo en casos de difícil solución como identificación de restos fetales por violación o muerte del recién nacido, en estudios de paternidad *post mortem*, identificación en ausencia de padres biológicos, para establecer relaciones entre hermanos con uno de los progenitores.

CONCLUSIONES

En relación al estudio de ADN como método de identificación:

1. La identificación de desaparecidos y restos cadavéricos por medio del análisis de ADN constituye actualmente un método de rutina en los laboratorios de Genética Forense.
2. La extracción de ADN de huesos y dientes se caracteriza por un grado variable de complejidad según el método utilizado y la calidad de la muestra objeto de estudio. Cada laboratorio debería establecer sus propios protocolos sobre la base de sus necesidades locales.
3. El éxito del estudio del ADN de huesos y dientes para la identificación humana no es total, casi nunca se alcanza el 100%, en casos abiertos con un gran número de individuos para identificar y de muestras para analizar, hay mayor número de problemas. El análisis de ADN es una poderosa herramienta pero debe considerarse exclusivamente como un importantísimo apoyo dentro de un proceso general de identificación que incluye otros métodos y técnicas también fundamentales.
4. Los miembros de los equipos forenses y de los cuerpos y fuerzas de seguridad del Estado involucrados en tareas de identificación deben establecer protocolos estandarizados que permitan responder con eficacia y prontitud a casos concretos con soluciones concretas en material de identificación de individual.

En relación al proceso general de selección de muestras:

1. El análisis inicial de los restos debe ser realizado por un patólogo forense y, el triage (selección) de las muestras por un antropólogo forense.

2. Se deben excluir los restos que no tienen relación entre sí, o no concuerdan con los tejidos blandos.
3. Se debe asignar un número o código de barras a cada espécimen o muestra por separado.
4. Se debe remover todo el tejido blando de la superficie ósea.
5. De cada grupo de muestras, para la extracción del ADN se ha de escoger aquella pieza por separado que se considere la más apropiada por las facilidades que pueda ofrecer su estudio desde el punto de vista técnico.

En relación a las bases de datos a utilizarse para contrastar la información genética:

1. Los análisis deben basarse en protocolos estándar y marcadores genéticos universalmente aceptados.
2. Los resultados deben ser reproducibles y, validados mediante programas de Control de Calidad.
3. La tecnología debe ser capaz de automatizarse, para facilitar el tipaje de grandes cantidades de muestras, y para elaborar bases de datos que puedan servir local, nacional e internacionalmente.
4. Toda la información debe ser regulada mediante una legislación adecuada, que facilite la preservación de la información confidencial de cada individuo.
5. Se deben construir Bancos de Datos realmente operativos, que puedan ofrecer alternativas en cualquier momento y circunstancia.

REFERENCIAS Y FUENTES DE INFORMACIÓN

BUDIMLIJA Z, PRINZ M, ZELSON-MUNDORFF A, WIESERMA J, BARTELINK E, MACKINNON G, ET AL. World Trade Center human identification project: experiences with individual body identification cases, Croat Med J 2003, 44(3): 259-63.

CLAYTON TM, WHITAKER JP, MAGUIRE CN (). Identification of bodies from the scene of a mass disaster using DNA amplification of STR loci. Forensic Sci Int 1995, 76: 7-15.

CORACH D, SALA A, PENACINO G, SOTELO A. Mass disasters: rapid molecular screening of human remains by means STR typing, Electrophoresis 1995, 16: 1617-23.

DI MAIO V, DANA S. Manual de Patología Forense, Ed. Díaz de Santos, Edición española, 2002.

GONZÁLEZ-ANDRADE F, MARTÍNEZ-JARRETA B. Técnicas Instrumentales en Genética Forense. Zaragoza: Institución «Fernando el Católico» (ed), 2001.

González-Andrade F, Sánchez D, Martínez-Jarreta B. Evaluation of 1495 cases of Disputed Paternity in Ecuador (South America) resolved with STR-PCR polymorphisms. Proceedings of International Association of Forensic Sciences, Monduzzi Ed, 2002: 225-230.

— DNA polymorphisms distribution on ethnic groups of Ecuador (South America). Focus on DNA Fingerprinting Research (en prensa), 2005.

González-Andrade F, Sánchez D. El nuevo Código de la Niñez y la Adolescencia y la prueba material del ADN. F. Programa Nuestros Niños (ed.), 2004.

Hochmeister M, Budowle B, Borer U, Eggmann U, Comey C, Dirnhofer R (). Typing of DNA extracted from compact bone from human remains. J Forensic Sci 1991, 36(6): 1649-61.

Huffine E, Crews J, Kennedy B, Bomberger K, Zinbo A () Mass identification of persons missing from the break-up of the former Yuogoslavia: structure, function, and role of the International Commission on Missing Persons. Croat Med J 2001, 2(3): 271-5.

Lorente J, Entrala C, Alvarez C, Arce B, Heinrichs B, Lorente M et al () Identification of missing persons: Spanish «Phoenix» Program. Croat Med J 2001, 42(3): 267-70.

Martínez Jarreta B. Introducción al estudio de los Polimorfismos del ADN en Medicina Forense. En: Martínez Jarreta MB (ed), La prueba del ADN en Medicina Forense. Barcelona: Masson, 1999.

Pääbo S (1989) Ancient DNA: extraction, characterisation, molecular cloning and enzymatic amplification. Proc Natl Acad Sci, 86: 1939-43.

— Amplifying ancient DNA. En: Innis MA et al (edit) PCR Protocols : a guide to methods and applications. San Diego (Ca.) Academic Press; 1990, 159-66.

Prieto V. El hueso como fuente potencial de ADN. En curso on line de Genética Forense, Universidad de Zaragoza, 2004. http:/ebro2.unizar.es/genforense/.

Sánchez D. Human Identification in Ecuador. In: Cerón C (ed.) Written papers from the 22nd Symposium of Biology in Ecuador. Central University of Ecuador, 1998, 79-80.

Tracey M. STR identification of individuals and parents. Croat Med J 2001, 42(3): 233-8.

ARTÍCULOS ORIGINALES

Ciencia Forense, 7/2005: 185-192

EL PAPEL DEL MÉDICO LEGISTA EN LA IDENTIFICACIÓN DE LOS ACCIDENTES DE TRABAJO. A PROPÓSITO DE UN CASO DE INTOXICACIÓN POR GASOLINA

M. Falcón Romero*, J. P. Hernández del Rincón**
M. C. Torres Sánchez**, M. D. Pérez Cárceles***
E. Osuna****, A. Luna Maldonado****

Resumen: El forense de guardia recibe una llamada de la puerta de urgencias del Hospital Universitario requiriendo su actuación por sospechas de muerte violenta en un sujeto que ingresa cadáver a través del 061.

En la autopsia se observaron quemaduras en hemicuerpo izquierdo y región cefálica; así como signos de congestión visceral generalizada, edema pulmonar y coloración rojo negruzca a nivel de asas intestinales (compatible con proceso isquémico-necrótico localizado).

Tras la autopsia y después de distintas investigaciones, el forense sospecha una intoxicación laboral como origen de la muerte y avisa al Instituto de Seguridad y Salud Laboral de los hechos, que declara no tener conocimiento de ningún accidente laboral.

Posteriormente, los análisis toxicológicos practicados demostraron la presencia de gasolina en sangre cardíaca (18,0 µg/ml), sangre periférica

* Profesor Ayudante de la Cátedra de Medicina Legal y Forense. Universidad de Murcia. España.

** Instituto de Medicina Legal de Murcia.

*** Profesor Titular de la Cátedra de Medicina Legal y Forense. Universidad de Murcia. España.

**** Catedrático de Medicina Legal y Forense. Universidad de Murcia, España.

Correspondencia: María Falcón Romero. Facultad de Medicina. Cátedra de Medicina Legal y Forense. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. 30100. Murcia. Teléfono: 968 36 39 56/57. Fax: 968 36 43 38. E-mail: falcon@um.es

(19,3 µg/ml) y orina (2,3 µg/ml) en valores muy por encima de los considerados letales; detectándose también cifras muy elevadas en hígado (52,9 µg/g), riñón (34,9 µg/g), pulmón (8,4 µg/g), cerebro (65,6 µg/g) y contenido gástrico (65,8 µg/g).

Estos datos junto con los aportados por el Instituto de Seguridad y Salud Laboral confirman la hipótesis de intoxicación laboral por gasolina de un trabajador que realizaba labores de mejora de infraestructura en una gasolinera y se encontraba realizando operaciones de limpieza en un espacio confinado.

Palabras clave: Toxicología Forense. Gasolina. Autopsia Judicial.

Abstract: The forensic pathologist (medical examiner) on call at the University Hospital of Murcia attended to a case of suspected violent death.

The autopsy revealed burns to the left hand side of the body and head region, signs of general visceral congestion, pulmonary oedema and a blackish red colour of intestine (compatible with localised necrotic ischemia).

The results of the autopsy and investigation into the case led the forensic doctor to suspect work-origin intoxication, for which reason the Health and Safety Executive was informed; this body had had no previous notice of such an accident occurring.

Toxicological analyses performed demonstrated the presence of gasoline in cardiac blood (18,0 µg/ml), peripheric blood (19,3 µg/ml) and urine (2,3 µg/ml), values considered much above the lethal dose. High value were also found for liver (52,9 µg/g), kidney (34,9 µg/g), lung (8,4 µg/g), brain (65,6 µg/g) and gastric content (65,6 µg/g).

The data, together with information provided by the Health and Safety Executive confirmed the hypothesis of industrial intoxication by gasoline in the worker, who had been carrying out certain infrastructure improvements, amongst which were cleaning operations carried out in a confined space.

Key words: Forensic Toxicology. Gasoline. Autopsy.

INTRODUCCIÓN

En la practica diaria, la reconstrucción de los hechos que rodean la muerte de un sujeto es uno de los problemas a los que se enfrenta el médico legista, máxime cuando no es posible el levantamiento del cadáver y este se remite directamente al instituto de medicina legal. De la misma forma, la autopsia del cadáver no puede considerarse completa sin la realización de análisis complementarios, tanto histopatológicos como toxicológicos, los cuales pueden aportan una información exhaustiva del mecanismo y causa final del fallecimiento (1, 2).

Desde el punto de vista toxicológico, tiene gran importancia el estudio de los hidrocarburos y los solventes de las grasas por su ubicuidad en los distintos ámbitos de actuación de la pericia médico forense, donde hay que destacar el ámbito laboral, dado que son productos de amplio uso industrial. No obstante, en los últimos años se ha visto un incremento de la utilización de estas sustancias como drogas de abuso, datando de 1934 las primeras referencias de consumo de las gasolinas con este fin (3, 4, 5, 6).

La gasolina es un compuesto volátil, mezcla de tolueno, xileno, benceno y otros hidrocarburos, siendo variables las concentraciones de cada uno de ellos en función de diversos factores, lo que en ocasiones dificulta o imposibilita la identificación de la sustancia responsable de la intoxicación o muerte del individuo.

No se han descrito muchos casos de intoxicación con resultado de muerte por inhalación o ingestión de gasolina, ya que habitualmente, los pacientes se recuperan completamente del cuadro tóxico (7, 8).

El objetivo de nuestro trabajo consiste en presentar un caso de muerte por inhalación e ingestión de gasolina derivado de un accidente laboral, concretamente, de un trabajador que se encontraba realizando labores de reparación en los aledaños de un tanque de gasolina.

RELATO DEL CASO

Varón trasladado de urgencia por el 061 (Servicio de Urgencias) al Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca de Murcia, ingresando ya cadáver y presentando diversas quemaduras de segundo y tercer grado, motivo éste por el que el facultativo de guardia del referido Hospital se pone en contacto telefónico con el Médico Forense de Guardia para comunicar la existencia de violencia en el cuerpo del fallecido. Dado que el cadáver ya no se encontraba en el lugar en que se produjeron las citadas lesiones, el Médico Forense procede a su traslado directo desde el centro hospitalario al Instituto de Medicina Legal para la práctica de la autopsia judicial, comunicando el hecho al Juzgado de Guardia.

Dada la ausencia de información acerca de cómo se produjo el fallecimiento, se contactó con el Médico del 061 que asistió al sujeto antes de su fallecimiento, quien informó sobre las circunstancias que precedieron a la muerte, siendo éstas las siguientes:

A las 18 horas del día 7 de Junio de 2004, se recibe en el centro de Emergencias una llamada alertando de que un hombre joven había sufrido un desvanecimiento en una gasolinera. Personados en el lugar, se encuentran al individuo en situación de parada cardiorrespiratoria, iniciando maniobras de reanimación cardiopulmonar, consiguiendo remontar la situación, saliendo de la parada con un ritmo de 130 latidos/minuto, tras

lo cual sufre una nueva parada que así mismo es remontada con un ritmo de 123 latidos/minuto, y tras un nuevo cuadro de asistolia, las maniobras de reanimación resultan inefectivas, falleciendo el sujeto mientras era trasladado al Hospital Virgen de la Arrixaca, lugar donde ingresó cadáver a las 19,50 horas del 7 de junio de 2004.

La autopsia se practica a las 10,30 horas del día 8 de junio de 2004 en el Instituto de Medicina Legal de Murcia, es decir, 15 horas después del fallecimiento. En el examen externo observamos a un varón de 26 años de edad, hábito atlético, 170 cm de altura y 60 kg de peso, que se encuentra vestido con un slip blanco con dibujos; y que presenta quemaduras de segundo y tercer grado que afectan a gran parte de la superficie corporal, fundamentalmente a hemicuerpo izquierdo y región cefálica (miembro superior izquierdo, miembro inferior izquierdo y hemitórax izquierdo). Así mismo presenta signos de punción vascular de aspecto médico quirúrgico en ambas extremidades superiores, y signos derivados de la aplicación de maniobras de reanimación en cara anterior de tórax. En el examen interno, destaca la existencia de una congestión visceral generalizada con intenso edema pulmonar bilateral. El estómago tiene escaso contenido semilíquido de color negruzco. A nivel de intestino delgado, un segmento del mismo presenta signos macroscópicos compatibles con proceso isquémico o de necrosis intestinal. Se toman diversas muestras de fluidos (sangre periférica, sangre cardíaca, orina, y contenido gástrico en cantidad este último de 110 ml) y tejidos biológicos (hígado, riñón, pulmón y cerebro); siendo enviadas al Laboratorio de Química del Instituto Nacional de Toxicología.

La información aportada por el médico del 061, junto a los hallazgos procedentes de la práctica de la autopsia, orientan hacia una causa tóxica como responsable del fallecimiento, muy probablemente de origen laboral, motivo por el cual se procedió a notificar el hecho al Instituto de Seguridad y Salud Laboral de la región de Murcia, que no tenía conocimiento del hecho.

Tras personarse en la gasolinera los técnicos del citado Instituto, se comprobó que el fallecido estaba empleado en una gasolinera realizando trabajos de ampliación en infraestructura de la misma. Se encontraba en una arqueta de unas dimensiones aproximadas de 170 cm de altura x 60 cm de anchura, que comunicaba con un depósito de gasolina cuando sufrió un desvanecimiento, siendo sacado de la arqueta, permaneciendo inconsciente 20-30 minutos, hasta la llegada del 061 (servicio de Emergencias).

RESULTADOS TOXICOLÓGICOS

En las muestras mencionadas se ha realizado investigación general de tóxicos orgánicos (barbitúricos, benzodiacepinas, antipsicóticos, antide-

presivos, propoxifeno, fenitoína, cannabinoides, opiáceos derivados de morfina, benzoilecgonina, metadona, anfetamina y relacionados, alcohol etílico, hidrocarburos (gasolina, gasóleos, keroseno, etc.), disolventes y monóxido de carbono. Las técnicas utilizadas han consistido en extracción con disolventes orgánicos, enzimoinmunoensayo homogéneo, cromatografía de gases, espectrometría de masas, y espectrometría de UV-visible. Los resultados analíticos han detectado 1% de carboxihemoglobina en sangre periférica; habiendo sido detectada gasolina en todas las muestras enviadas, según podemos observar en la Tabla 1.

La cantidad total de gasolina estimada en contenido gástrico es de 7,24 ml. Así mismo se detectó atropina en la muestra de orina, compatible con terapia de reanimación. El porcentaje de carboxihemoglobina en sangre se encuentra dentro de límites normales (para un individuo sano y no fumador). Los resultados obtenidos en el análisis justifican la causa de la muerte.

Las mediciones efectuadas por los Técnicos de Higiene y Seguridad en el Trabajo, que fueron realizadas transcurridas más de 30 horas después de que se produjeran los hechos, arrojaron los siguientes resultados: Monóxido de Carbono (CO: 60 ppm); % O_2: 20,9. Inflamabilidad de la atmósfera (LII: 18%). Sulfuro de Hidrógeno (H_2S: 13 ppm).

DISCUSIÓN

La labor del forense se basa en confirmar lo probable y excluir lo posible. En determinadas circustancias donde el médico legista carece de toda la información necesaria y sólo dispone de datos parciales, debe integrar los fragmentos de información disponibles para permitir una comprensión adecuada de los hechos y excluir aquellas posibilidades que no encajen con los hallazgos existentes. Todo esto requiere un proceso en el que la coordinación y la fiabilidad de la información son las premisas esenciales donde apoyarnos en la labor pericial. El caso que nos ocupa es un ejemplo de lo anteriormente expuesto.

El análisis toxicológico, como examen complementario a la práctica de la autopsia, permite en muchas ocasiones realizar una adecuada reconstrucción de los hechos, así como precisar la influencia que el tóxico ha podido desempeñar en la muerte del sujeto.

Se han detectado valores extremadamente elevados de gasolina en todas las muestras analizadas, con cifras muy por encima a las consideradas letales (9, 10, 11, 12) sin embargo, la muerte no se produjo de forma fulminante, sino que hubo un periodo de sobrevivencia en el que el sujeto respondió a maniobras de resucitación en dos ocasiones, todo lo cual puede explicar la presencia de cifras elevadas en hígado, riñones e incluso

cerebro, existiendo por ello un tiempo de latencia que permite la metabolización y distribución del tóxico en el organismo, lo que podría explicar el elevado índice de *restitutio ad integrum* en la mayoría de estas intoxicaciones (11, 13).

No es infrecuente encontrar en la prensa reseñas de accidentes con características similares a las que ocurren en este caso. En todos ellos se trata de lugares con unas características especiales denominados «espacios confinados». Las estadísticas demuestran que son numerosos los accidentes laborales que se producen en ellos, casi siempre con resultado fatal (14). En dichos espacios el peligro puede provenir de una disminución o desplazamiento del oxígeno, atmósferas tóxicas o inflamables, movimiento intempestivo de maquinaria, relajación de energía, inundaciones etc., razón por la cual, para poder acceder a los mismos se debe haber efectuado previamente una evaluación de los riesgos que tales lugares comportan, y haber tomado las mediadas preventivas necesarias para que los riesgos estén controlados y el acceso a los mismos sea seguro para los trabajadores.

Es fundamental el cumplimiento de los criterios de prevención de riesgos laborales establecidos en cada legislación, para evitar en lo posible que se produzcan intoxicaciones y/o muertes en las actividades laborales de riesgo como son los trabajos en espacios confinados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Villanueva Cañadas E, Gisbert Calabuig. Medicina Legal y Toxicología. 6ª 3d, 2004.
2. Knight B. Forensic pathology 2nd ed, Edward Arnold, London; 1996.
3. Cairney SP, Maruff C. Burns, Currie B. The neurobehavioural consequences of petrol (gasoline) sniffing (review). Neurosci Biobehav Rev 2002, 26: 81-89.
4. Edminster SC, Bayer MJ. Recreational gasoline sniffing: acute intoxication and latent organolead poisoning. J Emerg Med 1985, 3: 365-370.
5. Fortenberry JD. Gasoline sniffing. Am J Med 1985, 79: 740-744.
6. Goodheart RS, Dunne JW. Petrol sniffer·s encephalopathy. Med J Aust 1994, 160: 178-181.
7. Burns B, Currie B. The efficacy of chelation therapy and factors influencing mortality in lead intoxicated petrol sniffers. Aust N Z J Med 1995, 25: 197-203.
8. Kaelan C, Harper C, Vieira B. Acute encephalopathy and death due to petrol sniffing: neuropathological findings. Aust N Z J Medicine 1986, 16: 804-807.
9. Kimura K, Nagata T, Hara K, Kageura M. Gasoline and kerosene components in blood- a forensic analysis. Hum Toxicol 1988, 7: 299-305.
10. Kimura K, Nagata T, Kudo K. Determination of kerosene and light oil components in blood. Biol Mass Spectrum 1991, 20: 493-497.

11. KIRIU T, AMENO K, FUKE T, AMENO S, SHINOHARA T, SOGO K, IJIRI I. Experimental study of postmortem diffusion of toluene in blood, brain, muscle, and fat of rats exposed to toluene vapor. Jpn J Legal Med 1993, 47: 29-32.
12. FIELD-SMITH ME, TAYLOR JC, NORMAN CL, BLAND JM, RAMSEY JD, ANDERSON HR. Trends in deaths associated with abuse of volatile substances 1971-1999. St. George's Hospital Medical School, London, 2001.
13. BENSON JM, TIBBETTS BM, BARR EB. The uptake, distribution, metabolism, and excretion of methyl tertiary-butyl ether inhaled alone and in combination with gasoline vapor. J Toxicol Environ Health A. 2003 Jun 13; 66(11): 1029-52.
14. ALONSO VALLE F. Espacios confinados. XII Congreso Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Centro Nacional de Nuevas Tecnologías-INSHT. Valencia, 20-23 de noviembre de 2001.

Tabla 1: Resultados de los análisis toxicológicos

RESULTADOS	GASOLINA	CARBOXIHB
Sangre periférica (µg/ml)	**19,3**	**1%**
Sangre cardíaca (µg/ml)	**18,0**	–
Orina (µg/ml)	**2,3**	–
Hígado (µg/g)	**52,9**	–
Riñón (µg/g)	**34,9**	–
Pulmón (µg/g)	**8,4**	–
Cerebro (µg/g)	**65,6**	–
Contenido gástrico (µg/g)	**65,8**	–

Ciencia Forense, 7/2005: 193-204

IMPORTANCIA DEL ESTADO ANTERIOR EN LA VALORACIÓN DEL DAÑO CORPORAL

CLAUDIO HERNÁNDEZ CUETO*
ENRIQUE VILLANUEVA CAÑADAS**

Resumen: Los estados patológicos previos plantean con frecuencia problemas de difícil solución en los casos de valoración de los daños personales. Partiendo del principio de la concepción integral del daño, de su compensación y de su valoración, todas las consecuencias provocadas deben ser consideradas para su justa indemnización, sin admitir otros elementos propios de patología previa que sufriera la víctima de los daños. Esos elementos previos, o Estado Anterior, a veces se imbrican con las lesiones a cuantificar, y lo hacen con tal complejidad que es muy difícil separarlos con claridad, estableciendo nexo de causalidad objetivados que permitan diferenciarlos. En algunas ocasiones la labor del perito médico debe ser especialmente atenta con este problema facilitando que se cumpla la máxima jurídica de indemnizar todo el daño, pero nada más que el daño.

Palabras clave: Valoración del daño corporal. Traumatología forense. Estado anterior.

Abstract: Prior pathological states often pose problems that are difficult to solve in personal harm evaluation cases. Based on the principle of the overall conception of the harm, of its compensation and of its evaluation, all the consequences caused must be considered for it to be fairly compensated, not admitting other typical elements of prior pathology that the victim of the harm might suffer. These prior elements, or Previous States, sometimes overlap with the injuries to be quantified, and they do so in such a complex way that it becomes very difficult to clearly separate them, establishing objectified causality links to be able to differentiate them. On some occasions, the work of the medical expert must pay special attention to this problem, making it easier to fulfil the legal maxim of compensating all the harm, but nothing more than the harm.

Key words: Evaluation of bodily harm. Forensic orthopaedics. Previous state.

---

* Departamento de Medicina Legal. Facultad de Medicina. Universidad de Granada. 18071 Granada. e-mail: chc@ugr.es.

** Catedrático de Medicina Legal y Forense. Universidad de Granada.

I. DEFINICIÓN CONCEPTUAL

Se entiende por Estado Anterior toda *predisposición patológica o disminución somática o funcional conocida o no que una persona posee en el momento de sufrir una lesión, que dará origen a un litigio.* Ha de entenderse, por tanto, no sólo las lesiones preexistentes al nuevo menoscabo, sino también cualquier predisposición –genética o adquirida– que modifique la normal evolución de una lesión. También puede definirse como «el conjunto de predisposiciones, de anomalías constitucionales o adquiridas que presenta un sujeto antes de un evento determinado» (Daligand et al., 1988).

Como ya señaló Claude Rousseau en 1984 el estudio del Estado Anterior es una de las bases de la valoración del daño corporal y, como también él dijo, en la práctica todo individuo tiene un Estado Anterior en el momento del accidente, el problema reside en establecer si se han influido entre ambos (Rousseau, 1976). En este sentido el propio Gerin (1987) indicó que el daño a la persona no es otra cosa que «la modificación peyorativa del bienestar de la persona respecto a su estado anterior» (Criado, 1994).

Con respecto al término «Predisposición» (Coutart, 1992) se reserva a una potencialidad, a un estado constitucional que puede ser conocido o desconocido pero que entraña un desequilibrio que constituye la propia naturaleza de la persona. Cada individuo debe vivir con sus predisposiciones, debiendo encontrar su equilibrio y adaptarse. Ese equilibrio, en general frágil, puede «bascular» por el traumatismo que lo altera. La predisposición no debe confundirse con el estado anterior desconocido. La edad es la predisposición más clara, pero lo son también las influencias familiares, los hábitos, los determinantes de carácter genético, etc.

El papel del perito médico en el ámbito de la reparación es establecer, entre otras cosas, el nexo causal entre la acción y los hechos producidos, es decir, la imputabilidad de la acción en las consecuencias alegadas. En segundo lugar, deberá ocuparse de la valoración médico-legal de las consecuencias. Pero se añade a ello un nuevo elemento a valorar, que es el siguiente: ¿Todo el daño o menoscabo que la persona exhibe en el momento de la pericia médica corresponde realmente a la lesión alegada? Para resolver esta cuestión el perito médico ha de saber cuál era su estado de salud o capacidad fisiológica antes de sufrir la lesión y cuál es la presente; la diferencia será el daño imputable al hecho alegado.

II. FUNDAMENTO JURÍDICO

El establecer las diferencias antes señaladas responde a una exigencia jurídica. En el ámbito del Derecho Común rige el siguiente principio: el

que produce un daño tiene la obligación de repararlo, debiendo además ser la reparación total o la máxima que pueda alcanzarse. Cuando dicha reparación no puede llevarse a cabo, como sucede en el ámbito biológico (*restitutio ad integrum* anatómico, fisiológico, psicológico), la persona que produjo el daño vendrá obligada a repararlo por vía de la indemnización. Por tanto, en el más puro sentido de la justicia como equidad, ha de repararse *todo el daño producido, pero nada más que el daño del que la acción es imputable.*

Así se podría establecer la siguiente ecuación ideada en su día por Mélennec (1983):

$$\frac{\text{I.P. anterior al accidente} + \text{I.P. debida al accidente} + \text{Capacidades restantes}}{100}$$

De esta ecuación conocemos o podemos conocer el Daño actual, pero normalmente no conocemos el Estado Anterior, ni tenemos información suficiente para conocerlo.

El papel del perito médico, aun siendo difícil, es claro y su misión queda restringida a determinar:

a) Nexo causal entre acción y daño actual.

b) Estado anterior demostrable o presumible.

c) Incidencia del estado anterior en el devenir de la lesión o en el resultado final.

Todos estos factores inciden sobre una persona concreta, que tiene sus características individuales que lo hacen singular en el plano funcional, social, profesional, de capacidad de ganancia y de disfrute.

Es al juzgador al que corresponde el papel y la responsabilidad de fijar la indemnización y de asumir cualitativa y cuantitativamente el dictamen pericial.

En este sentido, el caso que siempre se trae a colación es el de la persona que es ciega de un ojo (Estado Anterior: ceguera de un ojo) y, como consecuencia de una nueva lesión, pierde el otro ojo quedando ciega (caso Parodi[1]). Una valoración aséptica del caso valorará cada ojo con el mismo porcentaje de pérdida, por ejemplo un 30%, y sin embargo, mientras que una persona tuerta sufre un detrimento de su patrimonio biológi-

[1] M. Parodi era un cargador tuerto del puerto de Génova. Perdió el otro ojo y fue indemnizado con una tasa de IPP del 35%. Recurrió reclamando una IPP del 100% por pérdida de la vista. Ganó el recurso ante los Tribunales.

co del 25-30%, y tiene unas limitaciones profesionales bajas, el ciego tendrá una limitación entre el 80 y el 100% y será inútil probablemente para su profesión anterior.

¿Cómo se resuelve aquí el aforismo: *«Reparar el daño y sólo el daño»*? ¿Debe cargar el segundo responsable con un daño que resulta brutalmente aumentado a consecuencia de un estado anterior?

Como antes he indicado, el médico perito deberá determinar en ese caso lo siguiente:

a) Cuál es la incapacidad resultante del estado anterior, tanto referido a la Invalidez Permanente para el trabajo habitual como al patrimonio biológico.

b) Cuál la Invalidez Permanente tras la nueva lesión, así como el detrimento en el patrimonio biológico. Las fórmulas al uso, como la muy empleada de Gabrielli, no son más que indicativas, y sólo pueden aplicarse en contadísimas situaciones en las que está meridianamente claro que hay una cofinanciación de la reparación del daño, situaciones que analizaremos más adelante.

III. CASUÍSTICA PLANTEADA POR EL ESTADO ANTERIOR

El Estado Anterior puede ser *anatómico* (amputación, artrosis, pérdida de una oreja), *fisiopatológico* (diabetes, insuficiencia cardiaca, renal) o *psíquico* (neurosis, psicosis). Puede estar *patente* (neurosis con crisis de angustia) o *latente* (estructura neurótica con hiperadaptación social). También puede ser *conocido* o *desconocido* (aunque *objetivable* con pruebas complementarias –como la artrosis o la osteoporosis– o *no objetivable* –como una insuficiencia coronaria sin manifestaciones electrocardiográficas–). Por último, puede ser *estable* (amputación de pabellón auricular) o *evolutivo* (artrosis).

Clásicamente se considera que son varias las situaciones que pueden plantearse:

1. El Estado Anterior es conocido pero no tiene ningún nexo causal con la nueva lesión, aunque se produzca un detrimento en el patrimonio biológico de la víctima y resulte una Invalidez Permanente. Sería el caso de una persona a la que previamente le falta un ojo y que, como consecuencia de un accidente, pierde la mano derecha. Es evidente que la valoración debe recaer exclusivamente sobre la pérdida de la mano, puesto que son hechos independientes sin conexión alguna entre sí.

2. El Estado Anterior es desconocido, pero no ha jugado papel alguno en la nueva lesión, ni existe nexo causal. Sería el caso, por ejemplo, en que una persona sufre una fractura de fémur en un accidente y, una vez

ingresado en el hospital, se descubre que es portador de una Talasemia Minor. Se trata de dos fenómenos sin relación causal alguna.

3. El Estado Anterior es desconocido, no tiene nexo causal con la lesión resultante, pero ha podido jugar cierto papel en la etiología de los hechos. La valoración médico-legal se hará en dos planos distintos. Se descubre que una persona es ambliope de un ojo tras haber sufrido un accidente del que, como consecuencia, sufre una catarata traumática del mismo ojo. La ambliopía pudo jugar algún papel en la producción del accidente y de aquí se derivará una responsabilidad penal y del seguro, pero la catarata no será ya la responsable de la ceguera de ese ojo, ni el traumatismo ocular es el responsable de la ambliopía (estado anterior).

4. El Estado Anterior es conocido y evidente y se puede plantear su implicación en la nueva situación. Ante ello son tres las cuestiones que clásicamente se plantean:

a) ¿Cuál habría sido la evolución del trauma sin el Estado Anterior?

b) ¿Cuál habría sido la evolución del Estado Anterior sin el trauma?

c) ¿Como ha evolucionado el complejo Estado Anterior-trauma?

La cuestión así planteada escapa al conocimiento médico, pues nuestra ciencia no está dotada de la capacidad de predicción o adivinanza. La formulación es una utopía y una irresponsabilidad la solución categórica.

El perito puede dar a veces una explicación fisiopatológica de cómo se han podido ir produciendo los hechos, en otros casos esa explicación es imposible porque o no se conoce (p. ej.: cáncer), o es multicausal (p. ej.: degeneración), o bien se puede, como mucho, hacer un análisis objetivo descriptivo de cómo ha evolucionado el complejo Estado Anterior-lesión.

Las dos primeras cuestiones sólo podrían abordarse en términos de probabilidad estadística, lo que tiene poco valor teniendo en cuenta que el derecho indemnizatorio es individual, valiendo tanto la excepción como la regla.

Sí son importantes, en cambio, el análisis y valoración de los tres criterios señalados por Barrot y Nicourt (1986) como *criterios de imputabilidad*:

a) El *factor tiempo*: la sintomatología aparece inmediatamente después del trauma sin solución de continuidad.

b) El *factor espacio*: la zona donde aparecen las secuelas es la zona lesionada.

c) El *factor fisiológico*: se produce una transformación anatomoclínica importante en la región lesionada tras el accidente en relación con el estado previo, lo que puede ser evidenciado inmediatamente (caso agudo) o más tarde (caso crónico).

Dentro del primer caso podríamos considerar a la persona de cierta edad que, con una degeneración artrósica de cuello previa, sufre un accidente de tráfico y, como consecuencia, un Síndrome de Latigazo Cervical y una hernia discal C6-C7. Si se demuestra documentalmente que previamente no existía tal afección discal, la imputación de los resultados al accidente está clara.

Caso distinto sería que la misma persona sufriera el accidente y meses o años después aparece la hernia y no al nivel señalado anteriormente sino en C3-C4, la imputación de la hernia al accidente no estará clara, debiendo plantearnos la pregunta: ¿Cuál habría sido la evolución del Estado Anterior sin el accidente? La mejor respuesta será analizar:

a) Por una parte el accidente en sí, violencia del impacto, número de lesionados, etc.

b) Examinar el Parte de Lesiones, para comprobar *a posteriori* si el lesionado sufrió realmente un cuadro de hiperextensión-flexión del cuello, con su cuadro clínico específico.

c) Deberá estudiar igualmente el Estado Anterior de la columna, existencia de otras hernias discales en otros segmentos y posible existencia de patología degenerativa de la misma.

d) Estudio de la hernia, localización, forma de presentación e interpretación estadística de la localización de las hernias cervicales por su etiología traumática o espontánea.

IV. CONCLUSIÓN

1. En el plano formal de la pericia

El perito debe recabar toda la documentación y antecedentes del caso y realizar una exhaustiva anamnesis.

Realizará una exploración cuidadosa y cuantos exámenes complementarios sean necesarios para realizar una buena discusión fisiopatológica de los hechos partiendo siempre del parte de esencia o del accidente.

La valoración médico-legal se hará en tres planos:

a) Análisis y valoración de las secuelas que la persona presentó en el momento de la exploración. La valoración médico-legal se hará en lo referente a la Incapacidad Laboral Transitoria, la Invalidez Permanente, el daño al patrimonio biológico y el daño extrapatrimonial.

b) Análisis y valoración del Estado Anterior, en base a los datos aportados y a la exploración realizada.

c) Discusión sobre el complejo Estado Anterior-lesión:

— Nexo causal: ¿es posible? ¿por qué? ¿en qué proporción?

— Incidencia del Estado Anterior en la producción de la secuela o en su evolución.

— Fórmula de Gabrielli para calcular de modo teórico la Invalidez Permanente resultante de una segunda lesión, cuando incide en una persona que ya tenía reconocida una Invalidez Permanente previa:

$$\text{Invalidez Permanente} = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100$$

Donde C_1 representa la capacidad de trabajo tras el primer accidente y C_2 la capacidad resultante tras el segundo accidente.

2. En la incidencia como prueba

Su valoración corresponde estrictamente al juez. Pero a los únicos efectos de informar al juez, el perito debe conocer lo que interesa realmente conocer al juzgador.

Desde mi punto de vista el único papel que juega el Estado Anterior de especial interés jurídico es en el establecimiento del *Nexo Causal*. Establecido que el Estado Anterior ha participado en los hechos, agravando, retardando, condicionando el resultado, pasaríamos a un campo de estricta valoración jurídica, siempre difícil y de matizaciones muy diferentes según el ámbito jurisdiccional en que nos movamos.

A modo de ejemplo y simplificando para dar una idea de cómo podría enjuiciarse la valoración de las secuelas, se puede señalar lo siguiente:

A) ÁMBITO PENAL:

1. En el caso de *lesiones dolosas*, el responsable del daño tendría que reparar todo el daño producido si la lesión previa –Estado Anterior– era evidente.

Si el Estado Anterior no era evidente –predisposición o estado patológico oculto– podría aplicarse la preterintencionalidad, es decir, no haber querido producir un daño tan grave como el que finalmente resultó.

2. En el caso de *lesiones culposas,* el responsable del daño debería reparar realmente el daño producido, es decir, será necesario, como antes he explicado, valorar el Estado Anterior, aplicar la fórmula de Gabrielli, etc.

B) DERECHO LABORAL: En función de la presunción del artículo 84 de la Ley General de la Seguridad Social, toda lesión producida en o a consecuencia del trabajo, será considerada Accidente de Trabajo. Las con-

causas precedentes, simultáneas y subsiguientes tendrán esta consideración. El único problema que se podría plantear sería en el caso de un trabajador en activo pero con un Estado Anterior y que sufre un nuevo accidente. En el caso de España esta situación se trata de una forma especial. En primer lugar, el trabajador podría estar trabajando con una Invalidez Permanente Parcial para el trabajo habitual o con una Invalidez Permanente Total para su trabajo habitual.

Si el trabajador tenía ya una Invalidez Permanente y la nueva lesión le produce una I.P. Total o una I.P. Absoluta, no habrá problema alguno si la Mutua Aseguradora es la misma. En caso contrario podrían plantearse problemas cuando la segunda lesión incide sobre la secuela producida por la primera.

En otros países de nuestro ámbito, como Italia y Francia, la situación es diferente. Mientras que en España hay cuatro tipos de Invalidez Permanente (Parcial, Total, Absoluta y Gran Invalidez), en estos otros tienen un todo continuo de Invalidez Permanente Parcial que se establece por Baremo y que va desde el 0 al 100%, situación última que sería la única de I.P. Total.

C) ÁMBITO CIVIL: Deberá aplicarse el mismo principio expresado arriba para las lesiones culposas, aunque con especiales matices para este ámbito del Derecho:

La valoración del Estado Anterior está, como hemos visto, ligada al establecimiento del nexo de causalidad. Hoy en día presenta en los casos reales que se evalúan en nuestro país graves problemas derivados de la clásica discusión sobre quién debe afrontar las consecuencias finales del complejo Estado Anterior/Traumatismo cuando se produce un negativo y muy grave desenlace final para la víctima.

Tras la actuación de un traumatismo sobre una persona que presenta un Estado Anterior y que, como consecuencia de la interacción entre ambos, se produce un resultado lesivo final mucho más grave del que podía esperarse de ese traumatismo por sí sólo, varias son las cuestiones que se nos plantean:

1ª. ¿Debe la víctima recibir resarcimiento de todo el daño padecido, no sólo del derivado del segundo traumatismo, sino también del que es consecuencia de éste y la conjunción con el Estado Anterior?

Evidentemente, la respuesta no puede ser más que la afirmativa, y ello derivado del sentido general de nuestro ordenamiento jurídico que pretende el *resarcimiento íntegro o total* del daño producido. No cabe discusión sobre este punto ya que, de lo contrario, estaríamos conculcando los más sólidos derechos de la persona a la integridad corporal y a la salud física y psíquica que nuestro Derecho protege ya desde el propio texto constitucional.

En este sentido podemos emplear, nuevamente a modo de ejemplo, el famoso caso Parodi: si la víctima es un individuo tuerto, sufre un traumatismo –del que es responsable otro– que le produce la pérdida del otro ojo, la víctima no afronta como consecuencia de ese segundo evento el resultado de la pérdida de un ojo, sino el de la pérdida total del sentido de la vista. Ejemplos similares podríamos encontrar en otros órganos pares cuya pérdida en distintos momentos acarrearía consecuencias bien diferentes (p.ej.: los riñones).

En este caso, la pérdida en dos momentos traumáticos diferentes (con la aparición de un Estado Anterior una vez producida la pérdida del primer ojo) no considero que deba ser evaluada con métodos cuantitativos, al menos en lo referente a las consecuencias que derivarían de la Responsabilidad Civil Extracontractual. Si consideramos, empleando las valoraciones del baremo contenido en el anexo de la Ley 30/1995 que la ablación de un ojo vale 30 (puntos ó %), ¿cómo calcularíamos el valor del resultado final de daño en ese caso? Evidentemente no lo haríamos por la simple aplicación de la fórmula de Gabrielli tal y como lo hace Padovani en su baremo para AT y EP:

$$[(C1-C2)/C1] \times 100$$

ya que sucedería lo siguiente:

C1 = 100 – 30 = 70

C2 = 70 – 30 = 40

Luego: [(70 – 40)/70)] x 100 =

[30/70] x 100 =

0,428 x 100 = 42,8 puntos o una IPP del 42,8 %

La aplicación de la regla de Balthazard me parece más razonable y correcta, considerando que el segundo traumatismo no actúa sobre un individuo totalmente válido (no vale 100%), sino reducido por la acción del Estado Anterior (30%) y que por tanto presenta una validez menor (70%). La segunda secuela, no dejando de producir un detrimento del 30% del valor biológico de la persona, lo hace sobre una cuyo valor es 70%, luego el efecto del segundo traumatismo sería una merma del 30% sobre ese 70%, así:

C1 = 70

C2 = 30 de 70 = 21

La fórmula de Gabrielli presentaría un resultado diferente:

[(70 – 21)/70] x 100 =

[49/70] x 100 =

0,7 x 100 = 70 puntos o una IPP del 70%, quedando una validez restante del 30%.

De hecho, el valor que merece la pérdida de visión en el referido baremo de la Ley 30/1995 es situado en un intervalo entre 82 y 85 puntos.

Establecida la forma en que debemos calcular la cifra final de daño, tenemos ahora que analizar cómo y por quién debe ser indemnizada:

1. El primer dañador produce un menoscabo evaluado en 30 puntos cuyo valor en pesetas en el caso más elevado (víctima menor de veinte años) es de 5,28 millones.

2. El segundo dañador produce una secuela similar por lo que, inicialmente, debería afrontar igual pago.

3. Sabemos sin embargo que la consecuencia para la víctima es mucho más grave (la pérdida de la visión) cuya valoración alcanzaría los 15 millones. La víctima debe recibir la satisfacción que le corresponde para la reparación de todo el daño, pero ¿debe ser asumida sólo por el segundo dañador? ¿Debe afrontar 50 puntos más (diez millones más)? ¿Debe hacerlo aun existiendo otro dañador previo que es corresponsable del resultado final? ¿Debe hacerlo por el simple hecho de haber intervenido en segundo lugar, de haber llegado «demasiado tarde»? Una de esas dos posibilidades son las que se admiten hoy en día en nuestro país. Una de ellas es injusta para la víctima. Estamos acostumbrados a comprobar cómo cuando la defensa del agresor comprueba la existencia de un Estado Anterior, lo emplea para pretender una reducción en la responsabilidad de su cliente en el resultado final de daño, generándose el consiguiente perjuicio para la víctima del mismo. La otra, por contra, es injusta para el segundo agresor ya que su «tardanza» en actuar le obliga a afrontar no sólo su responsabilidad sino también parte de la derivada del primer traumatismo del que no es responsable.

En el caso Parodi, donde debemos partir admitiendo que el resultado final es la pérdida de la visión por parte de la víctima y que de ello –como hicieron en su día los Tribunales– debe ser resarcida, ¿quién es el responsable del resultado final de daño? La respuesta es clara: la conjunción entre Estado Anterior y segundo traumatismo, es decir: la suma del resultado de ambas acciones traumáticas, por muy distantes que estén en el tiempo. El primer agresor debe indemnizar la secuela producida (la pérdida de un ojo) y el segundo agresor la producida por su parte (la pérdida de un ojo). Pero está muy claro que la conjunción de ambas, la pérdida completa de la visión, deben afrontarla ambos. La forma de hacerlo es simple si recordamos que la pérdida de un ojo vale 30 y la de la visión 80:

1. El responsable del 1er trauma debe afrontar el valor de la secuela «pérdida de un ojo» (30 p).

2. El responsable del 2º trauma igual (30 p).

3. La diferencia de ambas valoraciones (60 p) con respecto al resultado de la conjunción de ambos (pérdida de la visión = 80 p) es de 20 p.

4. Dicha cifra debe ser repartida entre ambos a partes iguales, de tal modo que cada uno afrontaría 40 p.

Podría discutirse que sería injusto que el responsable del primer traumatismo deba afrontar parte de la indemnización de una secuela que no se ha producido y es posible que no se produzca jamás, y eso debe admitirse; pero más injustas son a mi juicio las otras dos situaciones analizadas en los párrafos anteriores y que se producen en la actualidad en la práctica real. Este método de valoración permitiría adecuar la responsabilidad a los autores reales del resultado final de daño y asegurar la indemnización completa a la víctima. Es lo que se podría venir a llamar DAÑO HIPOTÉTICO que, aunque pueda no producirse, si se presenta sus consecuencias son tan graves que deben ser tenidas en cuenta previamente. Igual tratamiento debería aplicarse a otras muchas lesiones sobre órganos o miembros pares cuya conjunción conlleva grave detrimento para la víctima, como los riñones, los ovarios, los testículos, las manos, los pies, los miembros superiores o los miembros inferiores.

Para finalizar, cabe una *segunda posibilidad*: que el Estado Anterior no sea derivado de una acción traumática previa de la que hubo en su día un responsable, sino de un estado patológico de evolución natural, de una predisposición, etc. En ese caso, dada la ausencia de responsable previa (ya que a la víctima no se le puede considerar responsable de padecer dicha patología de forma voluntaria) es evidente también que será el responsable del traumatismo el que deberá afrontar las consecuencias de la conjunción de éste con dicho Estado Anterior.

3. El problema del secreto profesional

La obligada custodia del secreto profesional puede plantear graves problemas al perito en la investigación del Estado Anterior.

Como señaló el profesor Roche (1979) el perito está obligado a apreciar el Estado Anterior, a describir con precisión la salud del sujeto en el momento del accidente y valorar su capacidad. El accidente producirá un estado de incapacidad temporal, más o menos prolongado, para acabar en un nuevo y distinto estado de salud (estado posterior). La diferencia entre el Estado Anterior y el estado posterior constituye las secuelas definitivas y la tasa de Invalidez Permanente.

El conocimiento del Estado Anterior no es más que el conocimiento de la intimidad del paciente. Cuando ello se produce por parte del perito designado por el propio lesionado, tan sólo se produjo un efecto de secreto médico compartido con los profesionales médicos que lo atendieron previamente. Situación diferente es cuando el perito actúa a propuesta de la parte contraria o designado por la Compañía de Seguros. El acceso del perito a la información previa sobre el paciente debe llevarse a cabo entonces con las garantías legales suficientes o, mejor aún, con el consentimiento expreso del paciente, rechazando toda información que no haya sido obtenida por esa vía.

Para terminar, recordar tan sólo las graves consecuencias previstas en el Código Penal recientemente entrado en vigor como L.O. 10/1995 en su Título XIX, Capítulo IV, con especial referencia a lo señalado en su artículo 417:

«1. La autoridad o funcionario público que revelare secretos o informaciones de los que tenga conocimiento por razón de su oficio o cargo y que no deban ser divulgados, incurrirá en pena de multa de doce a dieciocho meses e inhabilitación especial para empleo o cargo público por tiempo de uno a tres años.

Si de la revelación a que se refiere el párrafo anterior resultara grave daño para la causa pública o para tercero, la pena será de prisión de uno a tres años, e inhabilitación especial para empleo o cargo público por tiempo de tres a cinco años.

2. Si se tratara de secretos de un particular, las penas serán las de prisión de dos a cuatro años, multa de doce a dieciocho meses, y suspensión de empleo o cargo público por tiempo de uno a tres años.»

V. BIBLIOGRAFÍA

1. Daligand, L, Loriferne, D, Reynaud, CA, Roche, L (1988). L'État antérieur. En: L'évaluation du dommage corporel. Masson, Paris, pp. 89-92.
2. Rousseau, C y Fournier, C (1989). Précis d'Évaluation du Dommage Corporel en Droit Commun. AREDOC et CDDC (eds.). Soulisse-Cassegrain, Niort.
3. Rousseau, C (1976). Elementos de Traumatología médico-legal. Ed. Mapfre, Madrid, 151 páginas.
4. Criado del Río, MT (1994). Valoración médico-legal de la relación causa-efecto: estado anterior. En: Valoración médico-legal del Daño a la persona por Responsabilidad Civil. Fundación Mapfre Medicina, Madrid, pp. 113-132.
5. Courtat, Ph, Elbaz, P (1992). États antérieurs et prédisposition pathologique. En: Réparation du Dommage Corporal en ORL, Masson, Paris, pp. 28-29.
6. Mélennec, L (1983). État antérieur. En: Barème International des Invalidités Post-traumatiques. Masson, Paris, pp. 19.
7. Barrot, R y Nicourt, N (1986). Le lien de causalité. Actualités médico-légales de réparation du dommage corporel, vol. IV. Collection de Médicine Légale et de Toxicologie Médicale, nº 132, Masson, Paris.
8. Roche, L (1979). Avant-Propos. En: État Antérieur dans la réparation du dommage corporel en droit commun. Acta Medicina Legalis et Socialis, 29/2: 9-14.

Ciencia Forense, 7/2005: 205-216

ANÁLISIS DE 2.758 CASOS DE PATERNIDAD RESUELTOS CON POLIMORFISMOS STR-PCR EN ECUADOR

FABRICIO GONZÁLEZ-ANDRADE*
DORA SÁNCHEZ*
BEGOÑA MARTÍNEZ-JARRETA**

Resumen:

a) Objetivo: Evaluar el comportamiento de los estudios de ADN para casos de filiación y los componentes socio-judiciales que involucran este tema.

b) Métodos: Es un estudio descriptivo observacional de los casos de análisis de ADN para filiación en el período de 1997 a 2004 y realizados por el equipo técnico del Laboratorio de Genética Molecular del Hospital Metropolitano. Se analizaron 2.758 casos de paternidad disputada, procedentes de todas las provincias de Ecuador (Sudamérica).

c) Resultados: El total de casos analizados fue de 2.758, con un promedio anual de 344,75 casos. El promedio de pericias privadas es del 42,72% (n = 1.178). El promedio de pericias solicitadas por tribunales 57,28 (n = 1.580). Se observa un aumento relativo de las pericias privadas en los últimos 3 años. El 83,68% de todos los casos son estudios de tríos completos, el 12,65% de los casos son estudios con sólo el presunto padre e hijo, el 1,52% de los casos son estudios de maternidad; el 2,15% son estudios de padre, madre con dos o más hijos. El 22,301% de los casos corresponde a exclusiones. Las inclusiones corresponden al 77,70% del total. Tan sólo existen dos casos confirmatorios de estudios de paternidad por subgrupos sanguíneos y 1 por proteínas séricas.

* Laboratorio de Genética Molecular. Hospital Metropolitano. Quito, Ecuador.
** Departamento de Medicina Legal. Universidad de Zaragoza, España.

d) Conclusiones: Se requiere la incorporación y la regulación expresa del análisis de ADN como medio probatorio en todos los juicios de filiación controvertida. El estudio del de ADN facilita la aplicación de la justicia ya que evita las presunciones innecesarias y la enumeración taxativa de supuestos. Contribuye, además, a la descongestión de la actividad judicial en los Juzgados de la Niñez, ya que evita demandas carentes de fundamento y solicitud de estudios inadecuados, en desuso e inútiles. Por otro lado, pone en igualdad a las partes procesales frente a la prueba, y hace posible una resolución rápida del problema.

Palabras clave: Ecuador. STRs. Filiación. Paternidad. PCR. Justicia.

Abstract:

a) Objective: To assess the performance of DNA studies for filiation cases and the social-judicial components involved in this matter.

b) Method: This is an observational descriptive study of DNA analysis cases for filiation in the period 1997 to 2004 and carried out by the technical team of the Molecular Generic Laboratory of the Metropolitan Hospital. 2788 cases of disputed paternity, from all the provinces of Ecuador (South America) were analysed.

c) Results: A total of 2758 cases were analysed, with an annual mean of 344.75 cases. The mean of private tests is 42.72% (n = 1178). The mean of tests requested by courts is 57.28 (n = 1580). A relative increase in the number of private tests is observed over the last 5 years. 85.68% of all the cases are studies of complete trios, 12.65% of the cases are studies with only the presumed father and child, 1.52% of the cases are maternity studies; 2.15% are studies of father, mother with two or three children. 22.501% of the cases correspond to exclusions. Inclusions correspond to 77.70% of the total. There are only two confirmatory cases of paternity studies by blood subgroups-1 per serum proteins.

d) Conclusions: The incorporation and express regulation of DNA analysis is required as evidence in all controversial filiation lawsuits. The DNA study facilitates the application of justice as it avoids unnecessary presumption and the taxative enumeration of cases. It also contributes to decongesting the judicial activity in Children's Courts as it avoids lawsuits that lack foundation and requests for studies that are both inappropriate, in disuse and useless. On the other hand, it makes the procedural parties equal with respect to the proof and makes a quick determination of the problem possible.

Key words: Ecuador. STRs. Filiation. Paternity. PCR. Justice.

INTRODUCCIÓN

La prueba de ADN (Ácido Desoxirribonucleico) más frecuente y más solicitada es el estudio de paternidad. Los exámenes físicos, somáticos o hematológicos comparados, muy utilizados en décadas pasadas, ya no tienen validez ni científica ni legal. El análisis del ADN es la prueba «Gold» en todo el mundo para la identificación humana, y desde luego, lo es para los estudios de paternidad. Los estudios de filiación siempre son concluyentes y no dan margen de error. No hay términos intermedios. Debido a la contundencia de la prueba en el sistema judicial, vamos a analizar algunos aspectos de interés sobre todo en el campo de la filiación.

LA FILIACIÓN

El núcleo básico de toda sociedad es la familia, instituida a través del matrimonio, y en la actualidad a través de las parejas de hecho, en unión libre y estable (Código Civil, 1999). Así el matrimonio reúne dos cualidades: la del vínculo religioso y la del estado civil. Nace allí la familia, eje de la estabilidad social, en la que el padre del niño es el marido de la madre. Se desprende entonces que la filiación es la relación jurídica entre padres e hijos originada en el hecho biológico de la procreación o en un acto jurídico familiar. En este ámbito el problema más común es la presunción legal de la paternidad y la demostración biológica de la misma. La sociedad actual permite, fuera del concepto inicial, reclamar o impugnar la paternidad o maternidad de un individuo.

Por *reclamación de la paternidad* debe entenderse la acción de determinar la paternidad biológica de un hombre para un niño nacido de una mujer concreta. La *impugnación de la paternidad* sería la acción interpuesta por un hombre encaminada a rechazar o rebatir su paternidad biológica, con respecto a un niño, la misma que hasta ese momento era considerada como legítima (Código Civil, 1999). En la legislación actual, cuando se establece un litigio sobre la filiación el juez designa un Perito responsable de analizar genéticamente a todos los individuos involucrados; para de esta manera testimoniar el vínculo entre la madre del niño, el presunto padre y el producto de sus relaciones afectivas (Código Civil, 1999; Código de la Niñez, 2003).

La razón más común para determinar el parentesco es la disputa de paternidad, aunque existen otras situaciones donde establecer la relación biológica es importante, tales como las preferencias dadas a inmigrantes, problemas con herencias, los intentos para identificar los padres de un niño adoptado y los casos de cambios de niños en las maternidades. Los polimorfismos del ADN tienen un gran potencial para brindar información crítica a este respecto.

INVESTIGACIÓN BIOLÓGICA DE LA PATERNIDAD

Los polimorfismos de ADN se consideran como caracteres hereditarios que se transmiten de padres a hijos siguiendo las leyes de Mendel, por lo que la prueba se basa en el análisis del perfil genético de las distintas personas que integran la investigación y la comparación de los mismos. Por ejemplo, en el caso más sencillo, si realizamos una prueba de paternidad sobre tres personas: la madre (que se supone cierta), el hijo y el padre, primero comparamos el perfil genético del hijo con el de la madre, y los alelos que no comparte con ella habrán sido transmitidos y estarán presentes en el padre biológico. Si no están presentes podemos excluir a esa persona como padre (Martínez B, 1999). En el caso contrario cuando los alelos coinciden, para incluirlo si es el padre biológico, se realiza el estudio matemático-estadístico para calcular la probabilidad de esa paternidad.

Aunque en la investigación biológica de la paternidad se obtenían buenos resultados mediante la aplicación de marcadores convencionales, la prueba de ADN ha permitido alcanzar una mayor seguridad en los mismos a la vez que ha posibilitado la investigación en casos complejos, que antes no tenían solución (Yépez M, 2001) (Cascante L, 2001).

Entre las situaciones que hoy en día se pueden investigar (Sánchez D, 1997, 1998) estarían aquellas en las que el análisis se realiza: con ambos progenitores e hijo/s, en ausencia de la madre pero con presencia del padre (paternidad), en ausencia del padre pero con presencia de la madre (maternidad).

Cuando no podemos contar con el progenitor en estudio, ya sea por ausencia o fallecimiento, se puede recurrir a:

- El estudio de restos óseos o piezas dentales procedente de la exhumación del cadáver.
- El estudio de muestras o vestigios biológicos de cuando vivía (biopsias clínicas, objetos con restos de células).
- El estudio de familiares directos de donde se deduce el perfil genético del progenitor, por ejemplo, en el caso de una investigación de paternidad donde el padre fallecido, la información podría ser deducida de: la madre e hijos legales (dos o más), los abuelos paternos, los hermanos legales y madre respectiva.

La investigación de la maternidad es superponible a una investigación biológica de paternidad y puede ser requerida en distintas situaciones como en casos de sustitución de niños, cambio de niños en centros sanitarios y en casos de abortos.

MARCO JURÍDICO, EL ADN EN EL CAMPO CIVIL. LA LEGISLACIÓN ECUATORIANA SOBRE LA FILIACIÓN

El artículo 90 del Código de Menores anterior decía: «*Cuando el demandado negare la paternidad del menor o fuese necesario el examen del Acido Desoxirribo Nucleico (ADN) para determinar la misma, el costo correrá de cuenta de quien lo solicita*» (Código de Menores, 2001). Éste constituía el único artículo en toda nuestra legislación en la cual se pedía la prueba del ADN como una prueba de paternidad. Por otro lado, la Ley de Casación en su artículo 19, inciso segundo, establece que la triple reiteración de un fallo de casación constituye precedente jurisprudencial obligatorio y vinculante para la interpretación y aplicación de las leyes; como es el caso de *«las resoluciones judiciales dictadas en los juicios de filiación en las que no conste haberse practicado la prueba del ADN, no causan autoridad de cosa juzgada sustancial*», según la Corte Suprema de Justicia (Gaceta Judicial, 1999).

En el análisis judicial realizado por la Corte Suprema a este respecto se recalcan cinco puntos de interés. Primero, que la prueba del ADN ha alcanzado un grado de confiabilidad muy alto por lo que negar su valor sería desconocer los estudios científicos al respecto. Segundo, se excluyen los exámenes somáticos y hematológicos comparados. Tercero, se resolvió que para declarar la paternidad basta con una prueba de ADN al menor, que tenga una certeza igual o mayor al 99,99%. Cuarto, se asigna un valor adicional a la prueba de ADN en aquellos casos en los cuales las resoluciones dictadas sin la mencionada prueba no causarían autoridad de cosa juzgada sustancial o material. Y quinto, la Corte deja abierta la posibilidad de que otras pruebas de mayor valor científico que se vayan descubriendo tengan el mismo valor probatorio y efecto procesal (Cascante L, 2001).

APROXIMACIONES AL NUEVO CÓDIGO DE LA NIÑEZ Y LA ADOLESCENCIA

En el Registro Oficial 737 del 3 de enero de 2003, se publicó el Nuevo Código de la Niñez y la Adolescencia que entró en vigencia el 3 de julio del mismo año. Este nuevo código establece en el artículo 131 una serie de elementos vinculados a la situación de los presuntos progenitores, o a los casos de filiación disputada. Al respecto haremos algunas puntualizaciones de interés para este documento.

El Juez debe tener la convicción o certeza de la paternidad o maternidad del demandado o demandada. Es necesario por lo tanto tener elementos de juicio que permitan establecer esto. No se debe juzgar sin una certeza absoluta sobre la filiación, la única prueba que determina esta certeza es el ADN que nos da una probabilidad mínima del 99,99%. El Juez dispondrá a petición de parte la realización del examen de ADN del derechohabiente y la demandada. Queda claro que el único examen indispensable es el ADN entre el presunto padre o madre y el menor de edad. Con

el resultado del examen no sólo se fija la prestación de alimentos, sino que también se declara la paternidad «legal» (González F, Programa Nuestros Niños, 2004).

Hay que señalar que se puede realizar el examen de ADN entre el presunto padre y el niño /a, y también incluir a la madre en el estudio. Nuestro laboratorio prefiere el análisis del trío completo ya que se dispone de más elementos de análisis; aunque se puede hacer entre presunto padre e hijo con igual calidad y garantía en los resultados, puesto que técnicamente tan sólo se necesita aumentar el número de marcadores genéticos analizados para alcanzar la probabilidad mínima de paternidad. La negativa a realizarse la prueba será considerada como presunción de paternidad o maternidad y, por lo tanto se declarara la filiación «legal». Sólo son necesarias dos citaciones judiciales para la práctica de la pericia, con una diferencia de 10 días. El resultado de una prueba de ADN toma como mínimo 5 días hábiles, por lo que se puede cumplir cabalmente con este requisito en un tiempo mínimo. La Junta Cantonal de la Niñez debe cancelar el costo de la prueba, cuando el presunto padre no lo pueda hacer. Hay que recordar que la prueba se la realiza una sola vez en la vida de un individuo y no se repite. Por lo que a largo plazo el costo de la misma es mínimo. Si el resultado del examen es negativo la parte demandante tendrá que devolver al demandado el costo del examen (González F, Programa Nuestros Niños, 2004).

Se prohibe realizar estudios de ADN para casos de filiación prenatales, pero sí se autoriza a realizarlos con personas fallecidas, mediante los procedimientos de exhumación. El artículo 132 establece que se debe realizar un reglamento que contemple tres aspectos: cadena de custodia de las muestras, identidad personal de los actores y demás condiciones técnicas.

ALGUNOS DETALLES HISTÓRICOS SOBRE LAS PRUEBAS DE ADN

El estudio de la variabilidad genética como medio de identificación humana se inició con el análisis de los grupos sanguíneos (antígenos eritrocitarios) (Hirschfeld L y cols., 1919). Posteriormente se continuó a través del análisis de proteínas séricas, enzimas leucocitarias y eritrocitarias y del sistema HLA (antígenos leucocitarios humanos) (Martínez B, 1999). En 1985, Alec Jeffreys y cols. (Jeffreys A y cols., 1985) describían un método de identificación individual que denominaron *DNA fingerprinting,* o huella genética. Éste prometía ser la solución definitiva al análisis de la diversidad humana desde la Medicina Legal, tanto en Investigación Biológica de la Paternidad como en Criminalística. En ese primer momento se pensó que la incorporación de esta metodología a la práctica forense se retrasaría debido a problemas estrictamente legales (Jeffreys A y cols., 1993), sin embargo, la historia demostraría que esta predicción era extremadamente pesimista. En abril de ese mismo año, se resolvía satisfactoriamente un problema de inmigración por medio de esta tecnología y preci-

samente en el país donde esa técnica vio la luz: Inglaterra. Muy poco tiempo después se admitiría también en un tribunal británico la investigación biológica de la paternidad basada en la prueba del ADN (Gill P, 1985).

En 1987, el uso de la denominada *huella genética* o *DNA fingerprinting* había sido ya admitido en los procesos penales, tanto en Inglaterra (Home Office, 1988) como en USA, y en 1988 el Ministerio del Interior Británico, así como el de Asuntos Exteriores y Commonwealth ratificaron el uso de esta técnica para la resolución de casos de inmigración en los que hubiera que dilucidar la existencia o no de relaciones familiares (Home Office, 1988).

Actualmente se puede afirmar que la prueba de ADN está consolidada científicamente y su valor ante los tribunales no deja lugar a dudas. Para estudiar los problemas de aplicación forense de nuevos polimorfismos ADN, con el ánimo de estandarizar metodologías y establecer un riguroso control de calidad surgieron hace ya varios años el Technical Work Group for DNA Analysis Methods en EE.UU. (TWGDAM, 1991) y en Europa la EDNAP (European DNA Profiling Group), con representantes de cada uno de los países miembros de la U.E. (Gill P y cols., 1992).

LA PATERNIDAD POR ADN EN EL ECUADOR, NUESTRA PERSPECTIVA NACIONAL

Los estudios de ADN están disponibles en nuestro país desde 1997 (Sánchez D, 1997). Antes de este período los casos de filiación, que eran muy pocos, se resolvían mediante el estudio de proteínas séricas y subgrupos sanguíneos. En los actuales momentos, Diagen Cía. Ltda., una compañía privada sin fines de lucro, mantiene tres laboratorios de referencia para paternidades en el país. En Quito, en el Hospital Metropolitano, y en Guayaquil en la Cruz Roja Provincial del Guayas y en el Hospital Luis Vernaza. Dichos laboratorios absorben el 80% de toda la demanda del país. Es notorio el crecimiento de la demanda de estudios de paternidad desde el advenimiento del análisis del ADN. En los actuales momentos, se encuentra discutiéndose en el Ministerio de Bienestar Social, el Borrador del Reglamento General del Código de la Niñez y la Adolescencia, el mismo que contiene varias normas reglamentarias para los laboratorios de ADN en el campo civil.

MATERIAL Y MÉTODOS

Éste es un estudio descriptivo observacional de los casos de estudios paternales registrados en el período de 1997 a 2004, y realizados por el equipo de trabajo de Diagen y del Laboratorio de Genética Molecular del Hospital Metropolitano, así como de sus laboratorios de referencia. Anali-

zamos 2.758 casos de paternidad disputada, procedentes de todas las provincias del Ecuador. Determinamos el promedio de casos por año, el origen de solicitud de las pruebas, las paternidades que se incluyeron como las que no lo hicieron, entre otros datos.

Como información adicional, citamos que el análisis del ADN de cada individuo se realizó siguiendo los procedimientos establecidos en nuestro laboratorio (González F, Martínez B, 2001). Se extrajo sangre con tubos Vacutainer con EDTA, de las personas que acudieron a la toma de muestras. La extracción de DNA se realizó con un método de salting out abreviado. La amplificación se realizó mediante un kit, PowerPlex ™ 16 System, que analiza los STRs D3S1358, TH01, D21S11, D18S51, Penta E, D5S818, D13S317, D7S820, D16S539, CSF1PO, Penta D, vWA, D8S1179, TPOX FGA, Amelogenina, y el mismo que tiene un poder de discriminación de 1 en 1.8×10^{17}; que luego fueron visualizados en un Analizador Automático ABI 310.

Todos los resultados fueron evaluados para determinar si las poblaciones estaban en equilibrio de Hardy-Weinberg y varios parámetros estadísticos de interés forense también se analizaron, como publicamos previamente. Seguimos las recomendaciones de la DNA Commission of the International Society of Forensic Genetics para el análisis de microsatélites (ISFG 1992, 1994, 1997; Morling N y cols., 2002). Las bases de datos utilizadas han sido publicadas previamente (González-Andrade F. y cols., 2003", 2003b, 2004ª).

RESULTADOS

En las tablas 1, 2 y 3 se pueden observar los resultados de este estudio.

Tabla 1. Datos generales

AÑO	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	TOTAL	%	MEDIA
Casos/año	171	253	262	402	407	419	474	370	2758	100	344,75
Judiciales	118	180	144	214	245	211	242	226	1580	57,28	197,50
Privados	53	73	117	188	162	208	232	144	1178	42,72	147,25

El total de casos analizados fue de 2.758, con un promedio anual de 344,75 casos. El promedio de pericias privadas es del 42,72% (n = 1.178). El promedio de pericias solicitadas por tribunales 57,28 (n = 1.580). Se observa un aumento relativo de las pericias privadas en los últimos 3 años.

Tabla 2. Tipo de análisis realizado según cada caso

AÑO ANALIZADO	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	TOTAL	%	MEDIA
Casos/año	171	253	262	402	407	419	474	370	2.758	100	344,75
Tríos completos	139	198	221	324	340	347	412	327	2.308	83,68	288,50
Solo padre-hijo	22	42	33	60	47	50	54	41	349	12,65	43,63
Sólo madre-hijo	3	3	3	11	9	7	6	0	42	1,52	5,25
Padre o madre con dos o más hijos	7	10	5	7	11	15	2	2	59	2,15	7,38
Exhumaciones	0	1	0	0	2	4	0	0	7	-	1

El 83,68% de todos los casos son estudios de tríos completos, el 12,65% de los casos son estudios con sólo padre e hijo, el 1,52% de los casos son estudios de maternidad y el 2,15% son estudios de padre, madre con dos o más hijos.

Tabla 3. Distribución de inclusiones y exclusiones

AÑO ANALIZADO	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	TOTAL	%	MEDIA
Casos/año	171	253	262	402	407	419	474	370	2.758	100	344,75
Inclusiones	139	212	217	306	299	335	352	283	2.143	77,70	267,88
Exclusiones, total	32	41	45	96	108	84	122	87	615	22,30	76,88
Exclusiones con sólo 2 incompatibilidades	20	10	6	6	6	0	0	0	38	-	-
Exclusiones con más de 2 incompatibilidades	12	31	39	90	102	84	122	87	577	-	-

El 22,301% de los casos corresponden a exclusiones. Las inclusiones corresponden al 77,70% del total. Tan sólo existen dos casos confirmatorios de estudios de paternidad por subgrupos sanguíneos y 1 por proteínas séricas.

DISCUSIÓN

Este breve análisis muestra la importancia que tienen los estudios de ADN en la práctica procesal judicial a nivel de los Juzgados de la Niñez. Se observa un claro crecimiento de la demanda de estudios tanto a nivel judicial como a nivel privado. En el campo judicial, existe una clara convicción de que el análisis de ADN es la prueba material más fehaciente que existe en los actuales momentos. El nuevo Código de la Niñez y la Adolescencia entró en vigencia en el año 2003, lo que significó una profunda reforma al sistema judicial en lo que a legislación de menores corresponde. Entre dichos cambios se incluyen la normativa básica sobre las pruebas de ADN en casos de filiación disputada, las mismas que fueron citadas al inicio de este artículo.

Hay que destacar que existe un Banco de Datos de información genética a nivel nacional y un Banco de ADN de los involucrados en las pruebas de ADN. Este esfuerzo ha puesto en el tapete la necesidad de legislar sobre la información genética y su uso. Por otro lado, el trabajo de estos ocho años nos ha permitido establecer Bases de Datos poblacionales de los diferentes grupos étnicos principales de Ecuador, y que en un futuro podría ser una referencia nacional para la Identificación Humana en el campo penal. Se han analizado grupos étnicos mestizos, amerindios kichwas y negros afroamericanos de Ecuador.

El principio de responsabilidad es un elemento clave en todos quienes están involucrados con los estudios de paternidad, y más aún en aquellos responsables de la realización de los exámenes. Todo laboratorio que trabaja en este tema debe poseer un perfil mínimo para garantizar la calidad de las pruebas en genética forense. Son muchas las implicaciones de tipo social, económico, psicológica y legal de los involucrados en este tema. El hecho de que un individuo sea reconocido como legítimo significa un cambio trascendente en la vida de esa persona. Además, la evidencia científica no es refutable, por lo que la mayoría de juicios llegan a su fin luego de la prueba, lo que agiliza el sistema judicial.

Las pericias solicitadas por los Juzgados de la Niñez son la primera fuente de solicitudes, aunque existe un aumento de las pericias a nivel privado, lo que podría deberse a una mayor concienciación del público, o al deseo de resolver la situación antes de llegar al campo legal. La mayoría de los casos analizados son tríos completos que terminan en su mayoría en inclusiones. La gran mayoría de exclusiones presentan más de dos incompatibilidades; esto es una garantía de calidad del laboratorio. El estudio de casos entre un padre y un solo hijo, madre y un solo hijo, un padre con varios hijos, padre-madre con dos o más hijos, abuelidad, con padre fallecido y exhumado, entre otros, son casos que también se han resuelto a pesar de su complejidad.

La prueba pericial del ADN, realizada en estricto cumplimiento de las normas técnicas y científicas, debe prevalecer en todo juicio incluso en los

siguientes supuestos: discordancia entre las pruebas actuadas y el ADN; la falta de prueba de los fundamentos de derecho de la demanda o falta de prueba de las afirmaciones del demandado, y ausencia de otras pruebas. Se requiere la incorporación y la regulación expresa del análisis de ADN como medio probatorio en todos los juicios de filiación controvertida. Este estudio facilita la aplicación de la justicia, ya que evita las presunciones innecesarias y la enumeración taxativa de supuestos. Contribuye, además, a la descongestión de la actividad judicial en los Juzgados de la Niñez, ya que evita demandas carentes de fundamento y solicitud de estudios inadecuados, en desuso e inútiles. Por otro lado, pone en igualdad a las partes procesales frente a la prueba, y hace posible una resolución rápida de los procesos.

REFERENCIAS Y FUENTES DE CONSULTA

CASCANTE L. Eficacia de la prueba del ADN en los juicios por declaración judicial de paternidad, Rev Colegio de Jurisprudencia de la USFQ 2001. 2 (4): 130-4.

CÓDIGO CIVIL. Estado Ecuatoriano. Quito. Editorial Jurídica del Ecuador, 1999.

CÓDIGO DE LA NIÑEZ Y LA ADOLESCENCIA. Estado Ecuatoriano. Programa Nuestros Niños (ed.), 2003.

CÓDIGO DE MENORES. Estado Ecuatoriano. Quito: Editorial Jurídica del Ecuador, 2001.

Corte Suprema de Justicia. Síntesis de los fallos de Triple Reiteración 1a-1b-1c. Gaceta Judicial 1999, 17 (1): 29-40.

GILL P, WERRET DJ. Exclusion of a man charged with murder by DNA fingerprinting. For Sci Int 1987, 35: 145-148.

GILL P, WOODROFFE S, BÄR W, BRINKMANN B, CARRACEDO A, ERIKSEN B ET AL. A report of an international collaborative experiment to demonstrate the uniformity obtainable using DNA profiling techniques. Forensic Sci Int 1992, 53: 29-43.

GONZÁLEZ-ANDRADE F, MARTÍNEZ-JARRETA B. Técnicas Instrumentales en Genética Forense. Zaragoza: Institución «Fernando el Católico» (ed.), 2001.

GONZÁLEZ-ANDRADE F, SÁNCHEZ D.Genetic profile of the Kichwas of Ecuador by analysis of STR loci. Hum Biology 2004a, 76 (5).

— El nuevo Código de la Niñez y la Adolescencia y la prueba material del ADN. F. Programa Nuestros Niños (ed.), 2004b.

GONZÁLEZ-ANDRADE F, SÁNCHEZ D, MARTÍNEZ-JARRETA B. Population Genetic of 12 STR loci in a sample of Mestizos from Ecuador (South-America). J Forensic Sci 2003b, 48 (2): 453-54.

— DNA polymorphisms distribution on ethnic groups of Ecuador (South America). Focus on DNA Fingerprinting Research (en prensa), 2005.

GONZÁLEZ-ANDRADE F, SÁNCHEZ Q, MARTÍNEZ-JARRETA B. Genetic profile of the Ecuadorian Mestizo population by using the Power-Plex 16 system kit. Forensic Sci Int 2003a, 35(1): 64-66.

HIRSCHFELD L, HIRSCHFELD H. Serological differences between the blood of different races. The result of researches on the Macedonian front. Lancet ii 1919; 675-679.

HOME OFFICE. DNA Profiling in inmigration casework. Report of a pilot trial by the Home Office and Foreign and Commonwealth Office. Home Office, London, 1988.

ISFG. DNA-Recommendations-1994: Report concerning further recommendations from the DNA Commission of the International Society for Forensic Haemogenetics regarding PCR-based polymorphisms in STR systems. Int J Legal Med 1994, 107: 159-160.

— International Society for Forensic Haemogenetics. A review of the collaborative exercises on DNA typing of the Spanish and Portugal ISFH Working Group. Int J Legal Med 1997, 110(5): 273-7.

— DNA-Recommendations-1992: Report concerning recommendations from the DNA Commission of the International Society for Forensic Haemogenetics related to PCR-based polymorphisms. Int J Legal Med 1992, 105: 63-64.

JEFFREYS AJ, BROOKFIELD JFY, SEMEONEFF R. Positive identification of an inmigration test-case using human DNA fingerprints. Nature 1985, 317: 818-819.

JEFFREYS AJ, PENA SDJ. Brief introduction to human DNA fingerprinting. En: PENA SDJ, CHAKRABORTY R, EPPLEN JT, JEFFREYS AJ (eds.) DNA fingerprinting. State of Science. Birkhäuser Verlag 1993, Base; 1-20.

MARTÍNEZ JARRETA B. Introducción al estudio de los Polimorfismos del ADN en Medicina Forense. En: Martínez Jarreta MB (ed.), La prueba del ADN en Medicina Forense. Barcelona: Masson, 1999.

MORLING N, ALLEN RW, CARRACEDO A, GEADA H, GUIDET F, HALLENBERG C ET AL (). Paternity Testing Commission of the International Society of Forensic Genetics: recommendations on genetic investigations in paternity cases. Forensic Sci Int 2002, 129: 148-157.

SÁNCHEZ D. Molecular Genetics in Paternity Tests. In: PAZ Y MIÑO C, LEONE P (eds.) Proceedings of 1st National Symposium of Human Genetics. PUCE, Quito, Ecuador, 1997, 78-9.

— Human Identification in Ecuador. In: CERÓN C (ed.) Written papers from the 22nd Symposium of Biology in Ecuador. Central University of Ecuador, 1998, 79-80.

TWGDAM. Guidelines for a Quality Assurance Program for DNA Analysis. Crime Laboratory Digest 1991, 18 (2): 44-75.

YÉPEZ M. El ADN como medio probatorio en los juicios de filiación [tesis doctoral]. Quito: Pontificia Universidad Católica de Ecuador, 2001.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

1. La revista *Ciencia Forense* considera para su publicación aquellos trabajos relacionados con la Medicina Forense en sus distintas áreas (Derecho Médico y Deontología, Tanatología, Patología Forense, Sexología Forense, Medicina Legal en la Infancia, Psiquiatría Forense, Genética Forense, Odontología Forense, Medicina Legal Laboral y Toxicología Forense).

2. La revista se dividirá en las siguientes secciones:

— REVISIONES. Artículos en los que se realice una puesta al día sobre temas de actualidad o de gran interés para la comunidad forense. Serán trabajos encargados por el Comité de Redacción. Los autores que espontáneamente deseen colaborar en esta sección pueden solicitarlo al director de la revista.

— ORIGINALES. Trabajos de investigación sobre cualquier tema de interés médico-legal.

— ORIGINALES BREVES. Trabajos de investigación o bien exposición de casos, que por sus características puedan ser publicados de forma abreviada. Deberán tener una extensión máxima de hasta 8 páginas DIN A-4, incluidas las tablas, figuras y referencias bibliográficas.

— OPINIÓN Y CUESTIONES A DEBATE. La revista brinda una oportunidad en esta sección al intercambio y a la discusión de ideas y opiniones sobre cuestiones polémicas o que necesiten de una reflexión profunda. Cualquier autor que espontáneamente desee colaborar en esta sección puede solicitarlo al director de la revista. La estructura del trabajo no ha de seguir el esquema que se exige en el caso de un artículo original de investigación.

— Otras secciones (NOTICIAS, CALENDARIO DE ACTIVIDADES, NOVEDADES EDITORIALES, etc.).

3. Los trabajos que se envíen para su publicación en la revista, habrán de ser inéditos y no estar pendientes de publicación en otra revista.

4. Se remitirán mecanografiados a doble espacio, por una sola cara, en papel DIN A-4, con 30 a 35 líneas de entre 60 y 70 espacios en cada página.

5. Se presentarán por triplicado, incluyendo tres copias de la iconografía y una copia en disquete indicando el nombre del primer autor, ini-

cio del título y programa utilizado. Serán precedidos de una hoja en la que se haga constar: título del trabajo, nombre del autor (o autores), dirección, número de teléfono y de fax; así como dirección de correo electrónico, si procede, situación académica o profesional y nombre de la institución académica a la que pertenece. Se acompañará de una carta de presentación en la que se solicita el examen de los mismos y la sección de la revista donde desearía que se publicase; en ella deben exponerse claramente que el trabajo no ha sido publicado previamente, que todos los autores están de acuerdo en su contenido y que ceden los derechos de publicación a la revista *Ciencia Forense*, de la Institución «Fernando el Católico».

Texto

Se recomienda la redacción de texto en estilo impersonal. Se estructurará el trabajo en los siguientes apartados: Resumen, Introducción, Material y Método, Resultados, Discusión y Bibliografía.

Resumen

Debe adjuntarse en español y en inglés. La extensión del resumen no ha de superar las 250 palabras, ni ser inferior a 150. El contenido del resumen estructurado para los originales se divide en cuatro apartados. Introducción, Material y Métodos, Resultados, y Conclusiones. En cada uno de ellos se ha de escribir, respectivamente, el problema motivo de investigación, la manera de llevar a cabo la misma, los resultados más destacados y las conclusiones que se derivan de estos resultados. Al final del resumen deben figurar hasta 6 palabras clave de acuerdo con Medical Subject Headings de Index Medicus.

Introducción

Será breve y debe proporcionar sólo la explicación necesaria para que el lector pueda comprender el texto que sigue a continuación. No debe contener tablas ni figuras. Debe incluir un último párrafo en el que se expongan de forma clara el o los objetivos del trabajo.

Material y métodos

En este apartado se indica el tiempo que ha durado, las características de la serie estudiada, el criterio de selección, las técnicas utilizadas, proporcionando detalles suficientes para que el estudio pudiera repetirse sobre la base de esta información. Se han de escribir con detalle los métodos estadísticos.

Resultados

Relatan, no interpretan, las observaciones efectuadas con el método empleado. Estos datos se complementan con tablas y figuras, considerando que no ha de repetirse en el texto la misma información.

Discusión

Los autores tienen que exponer sus propias opiniones sore el tema. Destacan el significado y aplicación práctica de los resultados; las consideraciones sobre una posible inconsistencia de la metodología y las razones por la cuales pueden ser válidos los resultados, la relación con publicaciones similares y comparación entre áreas de acuerdo y desacuerdo y las indicaciones y directrices para futuras investigaciones. Por otra parte debe evitarse que la discusión se convierta en una revisión del tema y se repitan los conceptos que han aparecido en la introducción. Tampoco deben repetirse los resultados del trabajo.

Agradecimientos

Cuando se considere necesario se citarán personas, centros o entidades que hayan colaborado o apoyado la realización del trabajo. Si existen implicaciones comerciales, también deben figurar.

Referencias bibliográficas

Se presentarán según orden de aparición en el texto con la correspondiente numeración correlativa. En el artículo constará siempre la numeración de la cita entre paréntesis, vaya o no vaya acompañado del nombre de los autores; cuando se mencionen éstos en el texto, si se trata de un trabajo realizado por dos, se mencionarán ambos y si se trata de varios se citará el primero seguido por la expresión *et al.*

En lo posible se evitarán las frases imprecisas como citas bibliográficas. No pueden emplearse como tales «observaciones no publicadas» ni «comunicación personal», aunque sí se pueden incluir así en el texto.

Las referencias bibliográficas deben comprobarse por comparación con los documentos originales, indicando siempre las páginas inicial y final. A continuación se dan unos ejemplos de formatos de citas:

Artículos de revista:

— Caplan RM. A fresh look at some lab ideas in counting medical education. Möbius 1983, 3 (1): 55-61.

Libros:

— CAMPBELL DT, STANLEY JC. Experimental and quasi experimental designs for research. Chicago: Rand McNally and Company, 1963.

6. Las fotografías se seleccionarán cuidadosamente, procurando que sean de buena calidad y omitiendo las que no contribuyan a una mejor comprensión del texto. Se aceptarán diapositivas o fotografías en blanco y negro, en casos especiales y previo acuerdo con los autores, se aceptarán diapositivas en color. El tamaño será 9x12 cm. Es muy importante que las copias fotográficas sean de calidad inmejorable. Las fotografías irán numeradas al dorso mediante una etiqueta adhesiva, indicando además el nombre del primer autor; con una flecha se señalará la parte superior; debe procurarse no escribir en el dorso ya que se producen surcos en la fotografía. Las ilustraciones se presentarán por separado, dentro de un sobre; los pies de las mismas deben ir mecanografiados en hoja aparte. Siempre que se considere necesario se utilizarán recursos gráficos para destacar la parte esencial.

7. Las gráficas (hasta un máximo de seis) se obtendrán a partir del ordenador con impresión de alta calidad. Se tendrá en cuenta las mismas normas del apartado anterior. Las fotografías y gráficas irán numeradas de manera correlativa y conjunta como figuras.

8. Las tablas se presentarán en hojas aparte que incluirán: la numeración de la tabla con caracteres arábigos, enunciado correspondiente; una tabla por hoja. Se procurará que sean claras y sin rectificaciones, las siglas y abreviaturas se acompañarán siempre de una nota explicativa al pie. Si una tabla ocupa más de un folio se repetirán los encabezamientos en la hoja siguiente. La revista admitirá tablas que ocupen como máximo una página impresa de la misma. Cuando se haya efectuado un estudio estadístico se indicará al pie de la tabla las técnicas empleadas y el nivel de significación, si no se hubiera incluido en el texto de la tabla.

9. El Comité de Redacción acusará recibo de los trabajos enviados a la revista e informará acerca de su aceptación. Siempre que el Comité sugiera modificaciones, los autores deberán remitir, junto con la nueva versión del artículo y tres copias, una carta que se expongan de forma detallada las modificaciones efectuadas, tanto las sugeridas por el propio Comité como las que figuran en los informes de los expertos consultados.

REVISTA CIENCIA FORENSE

NÚMEROS PUBLICADOS:

Volumen 1 (1998):
Monográfico «Muerte Súbita»

Volumen 2 (1999):
Monográfico «Malos Tratos en la Infancia»

Volumen 3 (2001):
Monográfico «Medicina Legal y Geriatría»

Volumen 4 (2002):
Monográfico «Delitos Sexuales»
Sección especial:
Avances en Genética Forense I

Volumen 5-6 (2003-2004):
Monográfico «Drogodependencias y Medicina Legal»
Sección especial:
Avances en Genética Forense I (cont.)

* * *

Colección «Orfila Rotger»

Número 1:
González- Andrade F, Martínez-Jarreta B.
Técnicas Instrumentales en Genética Forense.
Zaragoza, 2001.

Número 2:
Vásquez P, Martínez-Jarreta B.
Documentos Médico-legales.
Zaragoza, 2002.

Revistas que se reciben en intercambio con *CIENCIA FORENSE*:

— Anales de Derecho. Murcia.

— Anales de la Universidad de Alicante. Alicante.

— Annali del 'Istituto Superiore di Sanita. Roma.

— Archivos de la Facultad de Medicina de Zaragoza. Zaragoza.

— Atti dell'Academia medico-chirurgica di Perugia e Annali della Facolta di Medicina. Perugia (Italia).

— Clínicas Urológicas de la Complutense. Madrid.

— Conferencias y Comunicaciones. Anales de la Real Academia de Medicina. Zaragoza.

— Fontilles. Revista de Leprología. Fontilles (Alicante).

— Medicina & Historia. Revista de Estudios Históricos de las Ciencias Médicas. Barcelona.

— Medicina Militar. Revista de Sanidad de las Fuerzas Armadas de España. Madrid.

— Revista de Derecho Penal y Criminología. 2.ª época. Madrid.

— Revista Doxa. Cuadernos de Filosofía del Derecho. Alicante.

— Revista Goiana de Medicina. Goiás (Brasil).

— Seminario Médico. Jaén.

— Sesion Inaugural. Anales de la Real Academia de Medicina. Zaragoza.

— The European Journal of Psychiatry. Zaragoza.

INSTITUCIÓN «FERNANDO EL CATÓLICO» (C.S.I.C.)
Excma. Diputación de Zaragoza
Plaza España, 2
50071 Zaragoza (España)

CIENCIA FORENSE
Acuerdo de intercambio

Área:	Medicina Legal y Forense
Directora:	M.ª Begoña Martínez Jarreta
Secretario:	José Aso Escario
Año de fundación:	1999
Periodicidad:	Anual
Formato:	17 x 24 cm
Editor:	Institución «Fernando el Católico» Zaragoza (Spain) ISSN 1575-6793 347.6(460.22)
Intercambio de Publicaciones:	Tff. (34) 976 288 878 - 288 879 * Fax 288 869
E-mail:	interch@ifc.dpz.es * http: // ifc.dpz.es

Correspondencia: Institución «Fernando el Católico», Excma. Diputación de Zaragoza, Intercambio de Revistas. Plaza de España, n.º 2. - 50071 Zaragoza (España).

Rogamos remitan este impreso cumplimentado

Revista o colección: .....

ISSN o ISBN ..... Periodicidad: .....

Materia: ..... Formato: .....

Entidad: .....

Dirección: .....

.....

CP: ..... Ciudad: ..... País: .....

Teléfono: ..... Fax: .....

Referencia: ..... E-mail: .....

Fecha Firma

Fdo.:

CONTENIDOS

Revisiones

A. Valenzuela Garach: *Estrategias y propuestas de intervención de los equipos de identificación en grandes catástrofes: papel de la Odontología Forense.*

R. Hinojal Fonseca: *Las partes óseas estomatológicas y los dientes en la identificación de las personas.*

S. Martín de las Heras: *Estimación de la edad a través del estudio dentario.*

D. J. Sweet: *Marks from teeth as forensic evidence the state of the art.*

D. J. Sweet: *Análisis de las marcas de los dientes como indicios forenses.*

R. Hinojal Fonseca, A. Martínez Cordero: *Identificación en Odontología a través de los tejidos blandos.*

A. Hernández Jerez: *Interés toxicológico de la cavidad oral.*

A. Martínez Cordero: *Patología laboral en Odontoestomatología.*

F. González-Andrade, D. Sánchez, B. Martínez-Jarreta: *El estudio de polimorfismo de ADN a partir de restos óseos y dientes y sus aplicaciones en la identificación de desaparecidos.*

Artículos originales

M. Falcón Romero, J. P. Hernández del Rincón, M. C. Torres Sánchez, M. D. Pérez Cárceles, E. Osuna, A. Luna Maldonado: *El papel del médico legista en la identificación de los accidentes de trabajo. A propósito de un caso de intoxicación por gasolina.*

C. Hernández Cueto, E. Villanueva Cañadas: *Importancia del Estado Anterior en la valoración del daño corporal.*

F. González-Andrade, D. Sánchez, B. Martínez Jarreta: *Análisis de 2.758 casos de paternidad resueltos con polimorfismos STR-PCR en Ecuador.*

Normas de publicación

INSTITUCIÓN FERNANDO EL CATÓLICO

DIPUTACIÓN DE ZARAGOZA