

# PODER LEGISLATIVO



PROVINCIA DE TIERRA DEL FUEGO  
ANTARTIDA E ISLAS DEL ATLANTICO SUR  
REPUBLICA ARGENTINA

## PARTICULARES

Nº 006

PERIODO LEGISLATIVO ~~19~~ 2007.

EXTRACTO DRAS. Sottosanti Beatriz y Fernán  
dez Jorgelina - Nota adjuntando antece  
dentes y fundamentos para incluir al Personal  
de los Servicios de Odontología en la Ley  
Provincial N° 561 (Rx).

Entró en la Sesión de: \_\_\_\_\_

Girado a Comisión Nº \_\_\_\_\_

Orden del día Nº \_\_\_\_\_

PODER LEGISLATIVO  
PRESIDENCIA  
093  
270200  
14.15  
Rojas

PODER LEGISLATIVO  
FOLIO  
1/01  
Comunidad Legislativa

Ushuaia, 21 de febrero de 2007

Señora  
Presidenta de la Legislatura de la  
Provincia de Tierra del Fuego  
Doña Angélica GUZMAN  
S/D

PODER LEGISLATIVO  
PROVINCIA DE TIERRA DEL FUEGO  
28 FEB. 2007  
CALLE DE ENTRADA  
1006

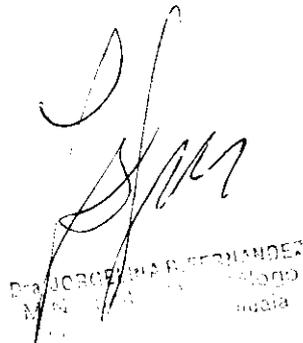
De mi mayor consideración:

Por la presente tengo el agrado de dirigirme a Ud., a los efectos de adjuntarle carpeta conteniendo los antecedentes y fundamentos para incluir al Personal de los Servicios de Odontología en la Ley Provincial N° 561 (RX), con el propósito de que la misma sea agregada a la Nota que fuera elevada oportunamente a la Presidencia del Poder Legislativo con fecha 14 de Febrero del año en curso, bajo el número 073 de esa presidencia y cuya copia encabeza la actual documentación y que se encuentra rubricadas por los profesionales odontólogos y asistentes dentales de las Ciudades de Río Grande y Ushuaia.

Asimismo se solicita tenga a bien pueda informarnos resolución recaída sobre la mencionada Nota como así también gestionar ante la persona de la Señora Presidenta del Poder Legislativo una audiencia en un tiempo perentorio con el propósito de exponer in situ cuales son las condiciones a las que se encuentran los odontólogos y asistentes dentales expuestos a los Rayos X (Rx), y las consecuencias que lleva aparejada esta exposición en la salud futura de las individuos antes mencionados.

Sin otro particular saludo a Ud., atentamente

  
Dra. Beatriz Sottosanti  
Odontóloga  
M.N: 17706 - M.P: 089  
Hospital Regional Ushuaia

  
Dra. Josefina Barbiani  
Odontóloga  
Hospital Regional Ushuaia

PODER LEGISLATIVO PRESIDENCIA
N° 073
14/02/07
HORA: 16:00
OPINA: Romulo

Ministerio de Coordinación de Gabinete y Gobierno D.G.A.F. - Coordinación	
ENTRO <i>Quelup</i>	SALIO
15 FEB 2007	
Hora: 13:45	Hora:
Ushuaia, 12 de Febrero de 2007	



Señor/a  
Presidente de la Legislatura  
Dña Angelica Guzman

S/D

De nuestra mayor consideración

Por la presente tenemos el agrado de dirigimos a Ud. a los efectos de solicitarle la inclusión de los profesionales Odontólogos y Asistentes Dentales en los aspectos que hacen a la exposición de los mismos a los rayos ionizantes (Rayos X), y que fueran expuestos o vertidos en la Nota elevada por la Asociación de Trabajadores del Estado (ATE) con fecha del 24 de Enero del año en curso a ese Ministerio.

La solicitud de incluir al personal indicado en el párrafo ut-supra, es como consecuencia de que los mismos trabajan en forma diaria y permanente con sustancias radioactivas, con el deterioro que ello trae aparejado para su salud, al igual que otros profesionales en idénticas o similares condiciones laborales.

Asimismo queremos dejar constancia que el efecto nocivo de las radiaciones ionizantes para el organismo de los profesionales del arte de curar y auxiliares técnicos, son acumulativos, lo que implica un grave deterioro progresivo a lo largo de su desempeño laboral.

Lo expuesto precedentemente se encuentra respaldado y avalado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la Salud Ocupacional y por la CEPIS/OPS (Organización Panamericana de la Salud), Radiofísica Sanitaria y Comisión Nacional de Energía Atómica y por la ARN, mediante Decreto Nacional 658/96, como así también en publicaciones científicas internacionales que hacen referencia al tema de Rayos Ionizantes.

Cabe aclarar que el personal de Odontología y Asistentes dentales se encuentran circunscritos en el Art 1º de la Ley Nacional 16.611 del 30 de Octubre de 1964, y que fuera publicada en el Boletín Oficial del día 04 de Diciembre del mismo año, como así también en la Ley Nacional 17.557, decreto nacional 6320/68 del 03 de Octubre de año 1968.

Lo expuesto en los párrafos anteriores no ha sido contemplado en la Ley Provincial, por lo que los Odontólogos y Asistentes Dentales quedaron excluido de los beneficios que la mencionada Ley otorga, motivo por el cual los abajo firmantes solicitamos ser incluidos en los articulados de la mencionada Ley y acogernos a las mercedes que dicha ley otorga.

*BUJADO*  
15 FEB 2007  
*[Signature]*

*[Handwritten notes and signatures on the left margin, including 'Romulo', 'Quelup', and 'ATE']*



En el caso de que el Señor Ministro accediera a que nuestro pedido prosperara nos incluyeran en la Ley, aclaramos que la inclusión del personal solicitante no ocasionaría perjuicios al sistema previsional habida cuenta que el alcance de dicho beneficio se realizaría en forma paulatina y escalonada, por los años de servicios que actualmente posee el personal de planta del Área a la cual pertenecen los interesados

Sin otro particular y a la espera de una respuesta positiva de su parte, y sabiendo de su sensibilidad ante los casos que afectan a la salud de las personas, saludamos a Ud., atentamente.

Se adjunta copia de Ley Nacional 16.611/64 y Ley Provincial  
Con copia al Señor Presidente de la Legislatura Provincial

*[Handwritten signatures and notes]*

**Daniela F. Centenas**  
ODONTÓLOGA  
M.N. 20400  
H.R.R.G.

**PEDRO ALMONACIO**  
ODONTÓLOGO  
M.P. 1192  
H.R.R.G.

**Dra. Beatriz Sottosanti**  
Odontóloga  
M.N. 17706 - M.P. 084  
Hospital Regional Hospital

**MARCELA HERNANDEZ**  
M.N. 20449

**DRA. LETICIA O. SAMAN**  
ODONTÓLOGA - H.R.R.G.  
M.N. 20623  
M.P. 1190

**DR. VICTOR LUCO TRIARTE**  
ODONTÓLOGO M.P. OD 133  
H.R.U.

**PAULO BELLO**  
Odontólogo  
M.P. Priv. OD 15

**Ponizque Heide**  
DNI 14.190.318

**DR. ESTELLE PRATI**  
M.P. 13.954.114

*[Additional handwritten notes and signatures are scattered throughout the page, including names like 'Leticia O. Saman', 'Pedro Almonacio', and 'Dra. Beatriz Sottosanti' written in cursive.]*



- ANTECEDENTES Y  
FUNDAMENTOS PARA  
INCLUIR AL PERSONAL  
DE ODONTOLOGÍA EN  
LA LEY
- PROVINCIAL 561  
(RX)



LEY N° 16611

Emisor: PODER LEGISLATIVO NACIONAL

Modificaciones:

Reglamentación:

Ref-Normativas:

Contenido:

JUBILACION ORDINARIA PARA MEDICOS Y AUXILIARES DE MEDICINA QUE TRABAJAN CON SUSTANCIAS RADIOACTIVAS.

Ley 16.611

BUENOS AIRES, 30 de Octubre de 1964

BOLETIN OFICIAL, 04 de Diciembre de 1964

ART. 1.- Todos los profesionales del arte de curar y auxiliares técnicos afiliados a cualquier caja de previsión y ocupados habitualmente en servicios en donde se manejen rayos X, radio, radioisótopos, expuestos a la acción de sustancias radiactivas, tendrán derecho a jubilación ordinaria a los veinte años de servicios efectivos o a la jubilación extraordinaria, cualquiera fuere su edad, cuando se incapacitaren por efecto de dichas radiaciones.

ART.2.- Los profesionales beneficiados por esta ley deberán acreditar fehacientemente ante las autoridades sanitarias correspondientes el haber estado ocupados permanentemente en tales tareas y haber sido sometidos a los exámenes clínicos biológicos del caso.

ART.3.- A los ocupados en servicios alternados en donde se compruebe la insalubridad del medio, se les computará conforme a lo establecido en el artículo 1, debiendo el Estado y las empresas que ocupen a tales personas aportar el 17% y los afiliados el 14 % en concepto personal.

ART.4.- La reglamentación determinará las condiciones que deberán reunir los servicios de radiología y fisioterapia en su instalación y funcionamiento, a fin de salvaguardar al personal que trabaja en dichos medios.

ART. 5.- El beneficio establecido por la presente ley alcanzará así mismo al personal que hubiera obtenido jubilación o retiro a la fecha de su promulgación y a los pensionistas en las mismas condiciones, debiendo la caja respectiva practicar los reajustes correspondientes, los cuales se practicarán dentro de los 180 días de promulgada la misma.

ART. 6.- Comuníquese al Poder Ejecutivo.

[novedades legislativas](#) | [otra búsqueda](#) | [solicita información](#)

Dr. Mario Sanchez Negrete - e-mail: [msn@sanpedro.com.ar](mailto:msn@sanpedro.com.ar)  
San Pedro - Bs. As. - Argentina - Todos los derechos reservados.





Provincia de Tierra del Fuego  
Antártida e Islas del Atlántico Sur  
REPUBLICA ARGENTINA  
PODER LEGISLATIVO



LA LEGISLATURA DE LA PROVINCIA DE TIERRA DEL FUEGO  
ANTARTIDA E ISLAS DEL ATLANTICO SUR  
SANCIONA CON FUERZA DE LEY;

Artículo 1.- Modifícase la Ley Provincial N° 561, la que quedará redactada de la siguiente manera:

"Artículo 35 Bis.- Las jubilaciones del personal de radiología dependientes de la Provincia de Tierra del Fuego se regirán por las disposiciones de la presente ley y las particulares que a continuación se establecen:

- a) médicos radiólogos dependientes de la Provincia de Tierra del Fuego, en la atención directa a pacientes obtendrán la jubilación ordinaria al cumplir dentro del ámbito del servicio de radiología 20 años de servicios sin límites de edad.
- b) el personal que desempeñe tareas de técnico radiólogo, fuere cual fuere su título, en atención directa a pacientes, obtendrán la jubilación ordinaria al cumplir dentro del ámbito del servicio de radiología 20 años de servicios sin límite de edad.
- c) para el trabajo de radiología el haber jubilatorio móvil serán el determinado en el artículo 43, en los incisos correspondientes.
- d) a los efectos jubilatorios se considerarán todas las remuneraciones que el trabajador de radiología perciba regularmente, como plus por cargos jerárquicos, mayor horario, guardias activas, guardias pasivas, antigüedad y todos los ítems que estén sujetos a aportes y contribuciones.

Artículo 36 Bis.- En la certificación de servicios y remuneraciones, la repartición correspondiente indicará en forma expresa y precisa, los periodos en que el personal de Radiología haya actuado en atención directa a pacientes en el área de Radiología."

Artículo 2.- Comuníquese al Poder Ejecutivo Provincial.

RAUL OSCAR RUIZ



Decreto 658/96 – Listado de Enfermedades Profesionales

**BUENOS AIRES, 24 DE JUNIO DE 1996**

VISTO lo dispuesto por los artículos 6º, inciso 2 y 40, inciso 2, apartado b) de la Ley N° 24.557, las Resoluciones MTSS Nros. 341 de fecha 11 de octubre de 1995 y 423 de fecha 13 de noviembre de 1995, el Acta del COMITE CONSULTIVO PERMANENTE N° 5 de fecha 8 de febrero de 1996, el Laudo N° 156 de fecha 23 de febrero de 1996 del señor Ministro de Trabajo y Seguridad Social, y

**CONSIDERANDO:**

Que el COMITE CONSULTIVO PERMANENTE creado por la mencionada Ley y constituido conforme las Resoluciones Ministeriales citadas, fue convocado el 8 de febrero de 1996 con el fin de emitir dictamen sobre el Listado de Enfermedades Profesionales previsto por el artículo 6º, inciso 2 de la Ley N° 24.557.

Que la representación gubernamental en el Comité, presentó un Listado de Enfermedades Profesionales en el se identifican los agentes de riesgo y en cada caso, las enfermedades y las actividades que pueden generarlas.

Que el referido Listado es el resultado de un profundo estudio técnico en el que han participado, en etapas previas, representantes de la ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD y los asesores de las organizaciones de empleadores y trabajadores.

Que, para su confección, también se han tenido en cuenta el listado de agentes de riesgo propuesto por la ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL TRABAJO publicado en el "Repertorio de recomendaciones prácticas sobre el registro y la notificación de los accidentes del trabajo y enfermedades profesionales" (MERNAD/1994/2-OIT), - excluyéndose, para el caso, algunos agentes para los cuales no existe patología claramente definida- así como los listados de enfermedades profesionales utilizados en los sistemas de reparación de riesgos del trabajo vigentes en la REPUBLICA DE CHILE, la REPUBLICA DE COLOMBIA y la REPUBLICA FRANCESA.

Que la representación sindical ha dado amplio acuerdo al Listado presentado ante el COMITE CONSULTIVO PERMANENTE, votando, en consecuencia, por su aprobación.

19/02/2007

Que la representación empresaria se abstuvo de expedirse, dejando constancia de que no existen discrepancias sustanciales sobre el Listado de Enfermedades, pero entendiéndose que correspondería incluir una especificación de las condiciones de diagnóstico y causalidad que orienten a los médicos para definir cuándo una enfermedad es profesional.



Que, no obstante poder interpretarse la abstención como un asentimiento pasivo, ante las reservas planteadas por el sector empresario se recurrió al mecanismo previsto por el artículo 40, inciso 3, párrafo tercero de la LEY SOBRE RIESGOS DEL TRABAJO.

Que, en consecuencia, el señor Ministro de Trabajo y Seguridad Social, en su carácter de Presidente del COMITE CONSULTIVO PERMANENTE creado por la Ley N° 24.557, laudó favorablemente para la aprobación del Listado de Enfermedades Profesionales.

Que el presente Decreto se dicta en virtud de lo dispuesto en el artículo 6°, inciso 2 de la Ley N° 24.557.

Por ello,

## EL PRESIDENTE DE LA NACION ARGENTINA

### DECRETA:

ARTICULO 1°.- Apruébase el Listado de Enfermedades Profesionales, previsto en el artículo 6°, inciso 2, de la Ley N° 24.557 que, como ANEXO I, forma parte integrante del presente Decreto.

ARTICULO 2°.- Comuníquese, publíquese, dése a la Dirección Nacional del Registro Oficial y archívese.

Introducción  
Decreto 658/96

Preámbulo

Criterios

Conclusiones

Tablas de Agentes

ANTIMONIO

ACEITES O GRASAS DE ORIGEN ANIMAL, MINERAL O SINTETICO

ACIDO CIANHIDRICO Y CIANUROS

ACRILATOS

ALCOHOL Y CETONAS

ALGODON Y OTRAS FIBRAS VEGETALES

AMINAS AROMATICAS

ARBOVIRUS -AVENOVIRUS -VIRUS JUNIN (FIEBRE HEMORRAGICA ARGENTINA)

ARSENICO

ASBESTO

BACILLUS ANTRHACIS

BENCENO

BERILIO

BROMURO DE METILO

BRUCCELLA

CADMIO

CALOR



CANDIDA ALBICANS(CANDIDIASIS)  
 CARBON MINERAL  
 CARBUROS DE METALES DUROS  
 CEMENTO  
 CESTODES; Equinococus Granulosus, Equinococus Multiloculares (Hidatidosis)  
 CITOMEGALOVIRUS  
 CLAMYDIA PSITTACI  
 CLOROMETIL METIL ETER  
 CLORURO DE VINILO  
 COMPUESTOS ALQUILICOS DEL PLOMO  
 CROMO  
 DERIVADOS DEL PETROLEO  
 DERIVADOS HALOGENADOS DE LOS HIDROCARBUROS ALIFATICOS  
 DERIVADOS HALOGENADOS DE LOS HIDROCARBUROS AROMATICOS  
 DERIVADOS NITRADOS Y AMINADOS DEL BENCENO  
 ENZIMAS DE ORIGEN ANIMAL, VEGETAL O BACTERIANO  
 ESTIRENO  
 ESTROGENOS  
 FENOL, PENTAFLOROFENOL, HIDROXIBENZONITRILO  
 FLUOR  
 FORMOL  
 FOSFORO  
 FURFURAL  
 GASES CRUDOS DE FABRICA DE COQUE  
 HIDROGENO SULFURADO  
 HIPOPIGMENTANTES DE LA PIEL  
 HISTOPLASMA CAPSULATUM (HISTOPLASMOSIS)  
 HUMOS Y POLVOS DE OXIDO DE HIERRO  
 ILUMINACION INSUFICIENTE  
 ISOCIANATOS ORGANICOS  
 LEISHMANIA DONOVANI CHAGASI (LEISHMANIASIS)  
 LEPTOSPIRA  
 MANGANESO  
 MERCURIO  
 MONOXIDO DE CARBONO  
 MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS  
 n-HEXANO  
 NIQUEL  
 NITROGLICERINA  
 OXIDO DE ETILENO  
 PENICILINA Y SUS SALES Y LAS CEFALOSPORINAS  
 PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS Y CARBAMATOS INHIBIDORES DE LA  
 COLINESTERASA  
 PLASMODIUM (Paludismo)  
 PLOMO  
 POSICIONES FORZADAS Y GESTOS REPETITIVOS (EXTREMIDAD INFERIOR)  
 POSICIONES FORZADAS Y GESTOS REPETITIVOS (EXTREMIDAD SUPERIOR)  
 PRESION ATMOSFERICA INFERIOR A LA STANDARD  
 PRESION ATMOSFERICA SUPERIOR A LA STANDARD  
 RADIACIONES INFRARROJAS  
 RADIACIONES IONIZANTES  
 RADIACIONES ULTRAVIOLETAS  
 RAYOS LASER  
 RESINAS EPOXICAS  
 RUIDO

SELENIO  
SILICATOS  
SILICE  
SOBRECARGA DEL USO DE LA VOZ  
SULFURO DE CARBONO  
SUSTANCIAS IRRITANTES DE LAS VIAS RESPIRATORIAS  
SUSTANCIAS NOCIVAS PARA EL ESMALTE Y ESTRUCTURA DE LOS DIENTES  
SUSTANCIAS SENSIBILIZANTES DE LA PIEL  
SUSTANCIAS SENSIBILIZANTES DE LAS VIAS RESPIRATORIAS  
SUSTANCIAS SENSIBILIZANTES DEL PULMON  
TOLUENO  
VIBRACIONES - CUERPO ENTERO  
VIBRACIONES - MIEMBROS SUPERIORES  
VIRUS AMARILICOS (FIEBRE AMARILLA)  
VIRUS DE LA HEPATITIS A  
VIRUS DE LA HEPATITIS B Y C  
VIRUS DE LA INMUNODEFICIENCIA HUMANA (VIH)  
VIRUS DEL HERPES SIMPLE



Búsquedas mejores con MSN Search. Pruébalo.

No virus found in this incoming message.

Checked by AVG Free Edition.

Version: 7.5.441 / Virus Database: 268.17.31/676 - Release Date: 08/02/07 03:04 p.m.

\_\_\_\_\_ NOD32 2062 (20070215) Information \_\_\_\_\_

This message was checked by NOD32 antivirus system.

<http://www.eset.com>



## AUTORIDADES DE LA U.N.N.E.

Rector: Dr. Adolfo D. Torres  
Vice-Rector: Ing. Antonio B. Mahave

## AUTORIDADES DE LA F.O.U.N.N.E.

Decano: Dr. Víctor Méndez  
Vice-Decano: Dr. Angel N. Devecchi  
Secretario Académico: Dr. Ernesto Canga  
Secretario de Extensión: Dra. Mirta E. Lewintre de Borjas  
Secretario de Asuntos Estudiantiles: Dr. José R. Devecchi

## MIEMBROS TITULARES DEL CONSEJO DIRECTIVO

### *Claustro Profesores Titulares:*

Dra. Mirta Lewintre de Borjas  
Dr. Angel Nuncio Devecchi  
Dr. Ernesto A. Canga  
Dra. Victoria Josefina Rodríguez  
Dra. Ramona H. Marín de Esquivel  
Dra. Sofía Bender de Vexelman

### *Claustro Profesores Adjuntos:*

Dr. Luis Darío Ortíz  
Dr. Nicolás Augusto Pérez

### *Claustro Auxiliares de Docencia:*

Dr. Roque Oscar Rosende

### *Claustro Graduados:*

Dr. Isaac Gómez

### *Claustro Estudiantil:*

Sr. Héctor Daniel Fresco  
Srta. Norma Alejandra Fernández  
Sr. Ramón Agustín Victoria  
Sr. Carlos Alberto Llarens  
Sr. José Luis Soria Pucheta

## **RADIACIONES PELIGROSAS**

Dr. Mario Alberto Llarens  
Jefe de Trabajos Prácticos  
Cátedra Radiología - F.O.U.N.N.E.

La realidad actual no deja dudas sobre la extraordinaria importancia sobre el uso de los Rayos X como elemento de diagnóstico, a punto tal que la precisión y extensión de su campo de acción, hacen de esta parte de la medicina un elemento imprescindible y de primerísimo nivel.

No obstante, es necesario tener presente que las citadas radiaciones son nocivas para la salud, tanto del paciente como de los profesionales y todos aquellos que se expongan a su acción.

Si tenemos en cuenta que el efecto nocivo de las radiaciones nos respeta ningún tejido u órgano del ser humano y que su accionar se ve expresado no sólo por una exposición a dosis grandes sino por un aspecto acumulativo; es imperioso valorar esta situación en salvaguarda de la salud de las personas que a diario están en contacto con Rayos X, y aún aquellas que circunstancialmente se exponen a su acción.

Como simple y limitado ejemplo de sus efectos nocivos, cabe señalar que la acción de estas radiaciones tiene preferencia sobre los órganos de la reproducción, tanto del hombre como de la mujer, que llevan a la esterilidad; sobre la piel, en las que puede ocasionar desde una simple dermatitis hasta el cáncer; sobre la sangre, desde una simple anemia hasta la leucemia.

El aspecto asume mayor gravedad aún, cuando el estudio y experiencias adquiridas a través de los años revela que la acción nociva de los Rayos X también se expresa en futuras generaciones, hasta la sexta generación.

La unidad de medida, el Roentgen (R) o su equivalente de absorción en el hombre (REM), puede manipularse como cualquier otra, es decir, sin saber exactamente de que se trata, pero sí en que cantidad y dentro de que límites es apropiada, y para qué.

Precisemos dichos límites para los fines de Radioprotección:

En 1956 la Comisión Internacional de Protección Radiológica recomienda el límite de 0,1 R por semana, sin pasar de 3 R en tres meses, con un máximo de 5 R por año, para el personal ocupacionalmente expuesto, y se recomienda asimismo una reducción en un factor de 10 para la

exposición del público fuera de las áreas de control.

En 1991 (normativa argentina, Disposición Nº 30, 18/II/91) los límites citados sufren una drástica reducción aceptada y normalizada por tres países (Argentina, Israel y Reino Unido).

Los nuevos límites son:

Dosis Máxima Permisible Anual, ocupacional: 2 R (promedio)

Dosis Máxima Permisible Anual, para miembros del público: 0,1 R.

Establecidos ya los límites teóricos, analicemos los desbordes prácticos:

Supongamos se nos solicite una radiografía de tórax, nos someteríamos a una exposición de 0,05 R en la región torácica y menos de 0,001 en las gónadas, si son tomadas en las mejores condiciones técnicas (datos de la American College of Radiology, 1960) y demás fuentes autorizadas.

Consideremos ahora que concurre a visitar a su odontólogo y este le solicita una seriada radiográfica, compuesta en el mejor de los casos por 14 pequeñas películas.

Según datos de la Oficina Sanitaria Panamericana - Oficina Regional de la O.M.S., una sola radiografía dental produce en promedio hasta 5 R en la piel (o sea cien veces más que una de tórax) y 0,005 R en la gónadas (cinco veces más que en el ejemplo anterior).

Retomando la anécdota, aceptada la indicación, se le han tomado 14 radiografías; analizando los datos anteriores es posible que haya comenzado a multiplicar con cierta inquietud; cinco por catorce da un total de 70 R en piel, esto es, treinta y cinco (35) veces el límite anual permisible para personas ocupacionalmente expuestas, y 0,07 R en la gónadas (setenta veces más que lo correspondiente a una sola radiografía de tórax); y ha excedido con los 70 R recibidos, en setecientos veces el límite anual para miembros del público.

Su primer impulso podrá ser el de rechazar tales cifras por obsoletas; o quizás prefiera pensar que el dato en cuestión se originó en un error de imprenta. Lamento desilusionarlo.

El dato está confirmado por fuentes independientes, e igualmente autorizadas, en las que constan trabajos de investigación, científicamente inobjetable, cuyos resultados oscilan para este caso (seriada radiográfica), entre los 150-200 R para las condiciones de praxis habitual.

Ciertamente, aunque no sepamos aún que significan estas abultadas cifras, admitamos que algún significado deben tener, tanto aisladas como puestas en relación. Admitase lo que es científicamente verdadero, que los límites máximos de dosis son correctos, y que también lo son las cifras en R correspondiente a los exámenes radiográficos odontológicos; y correlaciónense con algunos factores multiplicadores de riesgo en cuestión:

1- El 90% de la radiación que recibe la población, por encima de la radiación ambiental natural, proviene de exámenes radiográficos médicos u odontológicos (datos OMS y OPS, 1988).

2- El 60% de los aparatos radiográficos existentes en nuestro medio, son aparatos de rayos x odontológicos.

3- En el contexto internacional del 20 al 23% de la radiación recibida por la población derivada de exámenes radiográficos, corresponde a exámenes odontológicos.

4- Las estadísticas a nivel mundial indican que la cantidad de exámenes radiográficos con fines diagnósticos aumenta constantemente, lo que supone un aumento correlativo de la dosis para la población.

5- Según estadísticas de la OMS, más del 40% de las imágenes realizadas no brinda información suficiente debido a una deficiente calidad, y considerando que las "imágenes incorrectas" no aceptadas implican retomar las radiografías, no deja de ser un riesgo singular para el paciente.

6- El 85% de la exposición parotídea a la radiación, proviene de exámenes odontológicos. El 15% de los cánceres de parótida en la población encuestada, fueron causados por exámenes radiográficos. (Preston Martín y White, 1990).

7- Publicaciones patrocinadas por el American College of Radiology (1960) consignaba: "exposiciones de 200 R en la región tiroidea de los niños parecen influir en el índice ulterior de cáncer de tiroides".

Al cabo de esta "lista ácida" y consistente de los eventuales peligros que derivan del uso de aparatos radiográficos, se proponen algunas **reglas prácticas para mejor protección:**

**Revise su equipo dental de Rayos X.** Trate de usar equipos modernos y bien protegidos. La cubierta del tubo debería ser a prueba de fugas

de radiación (muchas, al presente, no lo son). Son preferibles los equipos modernos de alto kilovoltaje.

**Use diafragmas y focalizadores adecuados.** El diafragma o focalizador apropiado limitan el haz primario a un círculo de 3 pulgadas (7 1/2 cm. aprox.) de diámetro en la punta del localizador.

Pueden fabricarse diafragmas accesorios y rectangulares, que limiten el haz únicamente al tamaño de las películas.

**Emplee filtros adecuados:** Cerciórese que el filtro esté siempre en su lugar. Este debe ser de aluminio o cobre y por lo menos de 1,5 mm. en los aparatos de hasta 70 Kv., o de 2 mm. en los de más de 70 Kv.

**Protéjase adecuadamente y a todo su personal.** Todo el personal debe estar alejado del haz primario. El profesional no debe nunca sostener la película dental, el focalizador, o el cabezal del aparato durante la exposición. El cable del disparador debe ser suficientemente largo, para poder colocarse detrás de una barrera protectora. Si esto es imposible, el profesional debe colocarse por lo menos a un metro y medio del tubo y completamente alejado del haz primario.

Los dosímetros son aconsejables para controlar la exposición, han de ser de tipo diseñado y procesado para este propósito; no deben usarse películas dentales con monedas, sujetapapeles, etc.

**Use películas rápidas y buenas técnicas de exposición y revelado.** La irradiación del paciente y del personal puede reducirse mucho empleando kilovoltajes altos, filtros adecuados y películas rápidas. Optimizar los principios de cada técnica. Hay que determinar cuidadosamente los tiempos de exposición óptimos y usarlos regularmente. El revelado debe hacerse siempre con un dominio exacto de tiempo y temperatura, usando soluciones frescas. Siguiendo estos consejos se obtendrán radiografías de la mejor calidad y será innecesaria la repetición, con exposición adicional a la radiación.

Considere bien las indicaciones para cada exploración. Es aconsejable hacer primero una exploración limitada. Este examen preliminar proporciona menudo toda la información necesaria.

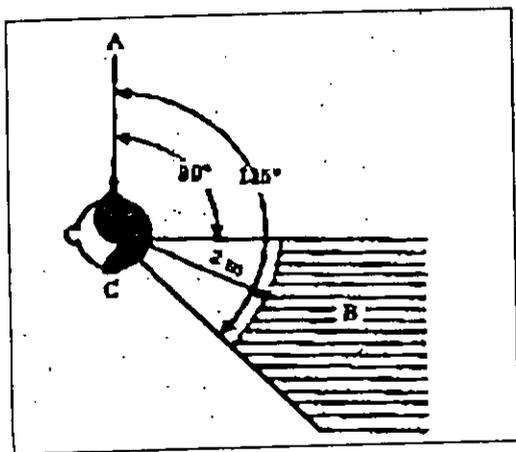
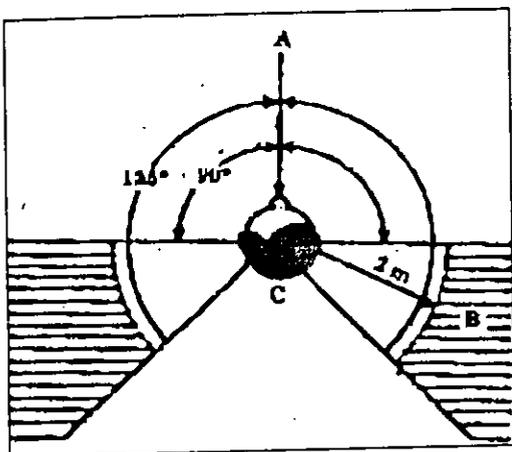
**Proteja las gónadas del paciente.** Siempre que sea posible, dirija el haz primario de manera que esté alejado de la región gonadal; esto puede lograrse casi siempre inclinando simplemente la cabeza del paciente. También puede reducirse la radiación primaria y la dispersa protegiendo la región de las gónadas con delantal o lámina de caucho plomado.



Tenga especial cuidado con los niños y mujeres embarazadas. El número de exposiciones debe restringirse en los niños a un mínimo absoluto por consideraciones somáticas como genéticas. El peligro adicional de exposición adicional en las mujeres embarazadas requiere que se pospongan los procedimientos tanto como sea posible durante este período. En casos especiales deberá hacerse las protecciones necesarias.

En un clásico trabajo en 1958, Richards establecía que "la exposición del dentista a la radiación secundaria puede mantenerse dentro de los límites permisibles cuando permanece en determinadas ubicaciones y a adecuada distancia del paciente durante la operación del aparato de Rayos X".

De acuerdo a numerosas mediciones se ha podido comprobar que la posición óptima del operador de un equipo de rayos X dental está ubicada entre los 90° y 135° a partir del haz directo, tal como lo muestran las figuras:



A: haz primario  
 B: posición del operador  
 C: paciente

## BIBLIOGRAFIA

Caldeiro Estrada Francisco - "Nuevas Pautas en Radiología Dental"

Editorial Científica Interamericana - 1ª Edición.

Gómez Mataldi Recaredo - "Radiología Odontológica"

Editorial Mundi S.A.I.C. y F 3ª Edición.

Aguirre Juan Alberto - "Radiología y Fisioterapia"

Editorial El Ateneo - 2ª Edición.

Revista Argentina de Técnicas en el Diagnóstico por Imagen.

Año 3 N° 7 - Publicación del Dr. Manuel I. Serderino



## La regulación de la protección radiológica y la función de las autoridades de salud

César F. Arias<sup>1</sup>

**Forma de citar:** Arias CF. La regulación de la protección radiológica y la función de las autoridades de salud. Rev Panam Salud Pública. 2006;20(2/3):188-97.

### SINOPSIS

*En este artículo se presenta una breve síntesis de la evolución de la protección contra las radiaciones ionizantes y se hace una interpretación de su filosofía actual. Se analiza el papel decisivo que deben desempeñar las organizaciones reguladoras en protección radiológica y la importante contribución que pueden brindar las autoridades sanitarias. Estas deberían participar activamente al menos en tres aspectos: la promoción de la educación formal del personal de salud en lo concerniente a la protección radiológica, la atención médica de las personas sobreexpuestas accidentalmente y la protección radiológica de los pacientes en relación con los procedimientos radiológicos. Para lograr esos objetivos, los profesionales sanitarios han de tener los conocimientos necesarios en materia de protección radiológica, promover el uso de los equipos adecuados y aplicar los procedimientos necesarios de garantía de la calidad. La apropiada intervención de las autoridades nacionales de salud puede contribuir en gran medida a reducir las dosis innecesarias en los procedimientos médicos con fuentes de radiación y reducir la probabilidad de que ocurran accidentes radiológicos en este campo.*

La posibilidad de obtener imágenes del interior de la materia sorprendió al mundo cuando Wilhelm Conrad Roentgen descubrió los rayos X en la Universidad de Würzburgo, Alemania, en 1895. Un año después, Antoine Henri Becquerel comenzó a explorar otro fenómeno que Marie Curie denominó más tarde "radiactividad". Todos ellos fueron acreedores del Premio Nóbel de Física en reconocimiento a descubrimientos que abrían un amplio campo al conocimiento y a la imaginación.

En la actualidad, innumerables aplicaciones derivadas de aquellos primeros conocimientos son práctica habitual en diversas áreas de la producción, la investigación y —de manera muy especial— la medicina. Pocos descubrimientos han tenido un impacto tan grande en el campo médico. La radiología convencional, la tomografía computarizada, la radiología intervencionista, las técnicas de medicina nuclear, la tomografía por emisión de positrones y la radioterapia con fuentes radiactivas y aceleradores de partículas son procedimientos frecuentes en la medicina moderna.

Sin embargo, casi a raíz de su descubrimiento se hizo evidente que los rayos X y la radiactividad también podían causar daños a la salud. Ya en 1896 se observaron problemas de depilación, eritemas, quemaduras, amputaciones —e incluso la muerte— en las personas que empleaban tubos de rayos

**Palabras clave:** radiación ionizante, protección radiológica, control de la radiación, reglamentos.

<sup>1</sup> Departamento de Física, Universidad de Buenos Aires, Paseo Colón 850, CP1063, Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: carias@fi.uba.ar



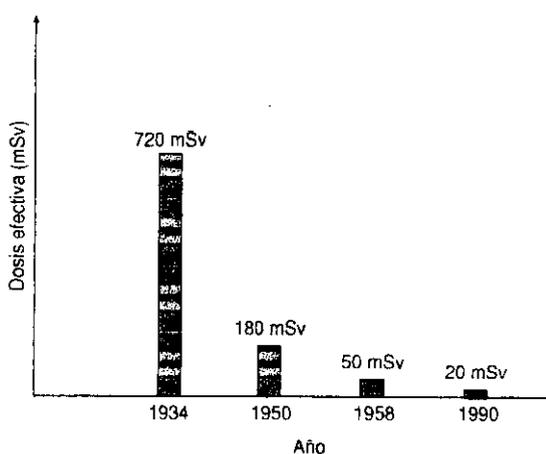
X y materiales radiactivos en sus investigaciones. A medida que los pioneros de la radiología sufrían afecciones o morían prematuramente, los científicos comprendieron una contradictoria realidad: estos nuevos descubrimientos que podían contribuir a salvar la vida también podían destruirla.

En este artículo se presenta una breve síntesis de la evolución de las medidas de protección contra las radiaciones ionizantes y se hace una interpretación de la filosofía actual al respecto. Además, se analizan la importancia de contar con organizaciones reguladoras que sean eficaces en este sentido y la significativa contribución que pueden aportar las autoridades de salud, especialmente en la protección de pacientes sometidos a procedimientos médicos de diagnóstico o a tratamientos en que se emplean fuentes de radiación ionizante.

## ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

En la figura 1 se resume la evolución de los límites de dosis, concepto central de la protección radiológica, es decir, de la disciplina dedicada a la protección de las personas contra los peligros de las radiaciones. Sin embargo, para interpretar correctamente esta figura es necesario comprender cómo ha progresado el conocimiento en radiobiología, el significado de las magnitudes y unidades de medida adoptadas para correlacionar la exposición a las radiaciones con sus riesgos y los criterios adoptados a lo largo del tiempo en torno a la protección de las personas (1, 2).

**FIGURA 1. Límites de exposición anual recomendados para los trabajadores por la Comisión Internacional de Protección Radiológica, 1934-1990<sup>a</sup>**



Fuente: Datos tomados de las referencias 1 y 2.

<sup>a</sup> En la actualidad está vigente el límite establecido en 1990.

Los rayos X, las emisiones radiactivas (alfa, beta y gamma, entre otras) y las partículas resultantes de reacciones nucleares (como los neutrones, los protones y los deuterones) pueden afectar a la salud de las personas —aun cuando la energía absorbida sea muy pequeña— debido a la capacidad que poseen estas radiaciones de ionizar los átomos que encuentran en su trayecto, peculiaridad que les valió la denominación de radiaciones ionizantes. Las moléculas que poseen átomos ionizados aumentan su reactividad química y pueden provocar alteraciones en las estructuras celulares, siendo de particular importancia las que ocurren en las moléculas de ácido desoxirribonucleico (ADN). Otras radiaciones electromagnéticas de mayor longitud de onda —y por consiguiente de menor energía fotónica—, denominadas radiaciones no ionizantes, no tienen esa posibilidad y solo pueden afectar a la salud mediante otros procesos biofísicos que requieren niveles de exposición miles de veces superiores en términos de la energía absorbida (3).

## Los efectos de las radiaciones ionizantes y el inicio de la protección radiológica

Los médicos fueron los primeros en emplear fuentes de radiaciones ionizantes para realizar exploraciones radiológicas y también en sufrir los daños provocados por las radiaciones. Esto llevó a que en el Segundo Congreso Internacional de Radiología, celebrado en Estocolmo, Suecia, en 1928, se recomendará la creación de un organismo internacional para ocuparse de este problema. Así nació la protección radiológica como disciplina y se creó un organismo que en la actualidad se denomina Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR).

Durante el Primer Congreso Internacional de Radiología, celebrado en Londres, Reino Unido, en 1925, se había creado la Comisión Internacional de Unidades y Medidas de Radiación (CIUR) con el fin de proponer magnitudes y unidades de medida apropiadas para evaluar la exposición a las radiaciones. Tanto la CIUR como la CIPR —dos organizaciones nacidas de la radiología médica— han contribuido a definir las magnitudes y unidades que se emplean en la protección radiológica (cuadro 1).

Algunos experimentos llevados a cabo en animales e investigaciones realizadas con personas expuestas a radiaciones ionizantes por razones médicas o laborales han contribuido a conocer los efectos biológicos de dichas radiaciones. Sin embargo, la mayor investigación epidemiológica llevada a cabo hasta la fecha es la realizada en las poblaciones japonesas de Hiroshima y Nagasaki con la participación de los sobrevivientes de las explosiones atómicas de agosto de 1945. En ese estudio, que aún no ha concluido, han participado alrededor de 86 000 per-



### CUADRO 1. Magnitudes y unidades empleadas en la protección radiológica

**Dosis absorbida en un órgano:** relación entre la energía total de radiación absorbida por un órgano o tejido y la masa del mismo.

**Unidad:** gray (Gy), equivalente a 1 julio/kg

**Dosis equivalente en un órgano:** dosis de radiación absorbida en un órgano o tejido, ponderada según la efectividad relativa del tipo de radiación. El factor de ponderación varía entre 1 y 20.

**Unidad:** sievert (Sv), equivalente a 1 julio/kg

**Dosis efectiva:** suma de las dosis equivalentes recibidas por todos los órganos y tejidos de una persona, ponderadas según la radiosensibilidad relativa de cada órgano o tejido.

**Unidad:** sievert (Sv), equivalente a 1 julio/kg

**Dosis efectiva colectiva:** se clasifica la población expuesta en varios grupos según la dosis efectiva media recibida y se define la dosis colectiva como la suma de los productos de las dosis efectivas medias en cada grupo por el número de personas que integran ese grupo.

**Unidad:** sievert-persona (Svp)

*Fuente:* Datos tomados de las referencias 1 y 4.

sonas. Además, como consecuencia del accidente nuclear que ocurrió en 1986 en Chernobyl, antigua Unión Soviética, se ha reunido información importante sobre la incidencia de cáncer de tiroides en niños y niñas expuestos a las radiaciones.

En 1955, la Organización de las Naciones Unidas creó el Comité Científico para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (ONU/CCEERA) con el fin de recopilar información sobre ese particular. Desde entonces, este comité publica periódicamente informes sobre las fuentes de radiación existentes en el mundo, los niveles de exposición de las personas y los resultados de las investigaciones sobre los efectos de la radiación en la salud (5).

#### ¿Se pueden evitar del todo los efectos de las radiaciones ionizantes?

Esta pregunta refleja la esencia del problema atañente a la filosofía de la protección radiológica. Ciertos efectos denominados "deterministas", tales como la esterilidad, la catarata, el eritema, los trastornos hematopoyéticos y el síndrome agudo por radiación, pueden evitarse del todo si las dosis que reciben las personas no sobrepasan determinados umbrales; estos son de alrededor de 0,5 gray (Gy) en el caso de la exposición aguda y de 0,1 Gy en el de la exposición crónica. Sin embargo, otros efectos llamados "estocásticos" (la inducción del cáncer y algunos trastornos hereditarios) no pueden evitarse por completo. No hay datos comprobatorios que permitan establecer una dosis umbral para la aparición de estos efectos y se considera que cualquier exposición a las radiaciones ionizantes, por pe-

queña que sea la dosis, contribuye a aumentar la probabilidad de inducción de cáncer y, si la exposición es de las gónadas, también de trastornos hereditarios. Los términos "determinista" y "estocástico" aluden a la naturaleza pronosticable o probabilística de estos efectos.

Según estimaciones de la CIPR, los trabajadores que se exponen a dosis pequeñas y a tasas de dosis de radiación bajas en su lugar de trabajo tienen una probabilidad de 4% de morir de un cáncer radioinducido por cada sievert (Sv) de dosis efectiva recibida (1). En el caso de miembros de la población en general, que en algunas circunstancias pudieran verse expuestos a dosis pequeñas y a tasas de dosis de radiación bajas, la probabilidad de morir de un cáncer inducido por las radiaciones es de 5% por cada Sv de dosis efectiva recibida. Estas cifras se conocen como coeficientes de riesgo y la diferencia entre los valores correspondientes a los trabajadores y a personas de la población en general se debe a que en la categoría de los "trabajadores" no se incluye a los menores de 18 años de edad, cuya sensibilidad a las radiaciones es mayor. Estas cifras podrían verse ligeramente modificadas en las nuevas recomendaciones generales de la CIPR, no solamente debido a la actualización de la información epidemiológica, sino a una posible revisión del criterio empleado para definir los coeficientes de riesgo.

Hasta el momento no se han comprobado efectos hereditarios en la descendencia de las personas expuestas a las radiaciones; sin embargo, estudios realizados en animales permiten suponer que esos efectos estocásticos pueden ocurrir también en los seres humanos. Se estima que la relación entre los efectos hereditarios observados en la primera generación y la dosis de radiación es 10 veces menor que la relación entre los efectos cancerígenos y la dosis (6).

Por lo tanto, los efectos estocásticos de las radiaciones no se pueden evitar por completo si la exposición no es nula. A los fines de la protección radiológica se acepta la hipótesis de que la probabilidad de que ocurran estos efectos aumenta en proporción con las dosis cuando estas y las tasas de dosis son pequeñas.

### LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN LA ACTUALIDAD

Las últimas recomendaciones generales elaboradas por la CIPR sobre la protección radiológica datan de 1990 (1) y se ha anunciado su actualización para fines de 2006 o principios de 2007. Aunque no se esperan cambios sustanciales en cuanto a la filosofía de la protección radiológica, es posible que en las nuevas recomendaciones generales se modifique el énfasis que antes se ponía en algunos conceptos.



## Las bases filosóficas de la protección radiológica

Los riesgos asociados con la exposición a las radiaciones dependen de las dosis de radiación que reciben las personas expuestas. Por lo tanto, para reducir esos riesgos se deben reducir las dosis que se reciben y la exposición innecesaria a las radiaciones.

La protección de las personas contra los diversos riesgos originados en el medio ambiente laboral o público siempre se ha basado en el establecimiento de límites a la presencia de sustancias contaminantes o a la exposición individual. Si bien en sus inicios la protección contra las radiaciones ionizantes se rigió por ese criterio, a partir de la década de 1970 el concepto de límite comenzó a concebirse como una referencia de riesgo máximo, tolerable solo en situaciones excepcionales. El protagonismo en la filosofía de la protección radiológica se desplazó entonces gradualmente hacia la justificación de las prácticas basadas en el uso de fuentes de radiación y la optimización de la protección radiológica.

Para un organismo internacional no es una tarea sencilla recomendar valores límites de riesgo. El conocimiento actual sobre los efectos de las radiaciones ionizantes en los seres humanos se aplica a diversas culturas y nacionalidades pero, a pesar del llamado proceso de globalización, la situación económica y social de los diversos países es extremadamente desigual. Si los límites recomendados fueran muy bajos, muchos países no podrían adoptarlos debido al alto costo que implicaría la protección, mientras que la recomendación de límites elevados no contribuiría a disminuir los riesgos en grado significativo. En ambos casos, las recomendaciones resultarían desacertadas. Ante este dilema, la CIPR decidió recomendar límites de riesgo intermedios y aplicar principios de justificación y optimización.

Dado que toda exposición a las radiaciones implica cierto riesgo, la aceptación del uso de las fuentes de radiaciones debe verse justificada por los beneficios que aporta a toda la sociedad o a una parte de ella. Por ejemplo, en la década de 1940, algunas zapaterías empleaban equipos de fluoroscopia con rayos X para determinar el tipo de calzado adecuado para cada cliente y hasta hace unos 15 años se montaban fuentes radiactivas en los extremos de algunos pararrayos, a pesar de que nunca se logró demostrar que esto aumentara su eficacia durante las tormentas eléctricas. En la actualidad, tales aplicaciones de las fuentes de radiación no se consideran justificadas y no se autorizan.

Optimizar la protección significa comprender que el uso de las fuentes de radiación conduce a la exposición inevitable de algunas personas que estarán tanto mejor protegidas cuanto menor sean las dosis de radiaciones que reciben, y actuar en consecuencia. Pero, ¿hasta dónde se deben reducir las

dosis? La respuesta no la pueden proporcionar solamente los estudios científicos; también es necesario tener en cuenta las condiciones económicas y sociales imperantes en cada país.

No les corresponde a los organismos internacionales determinar el grado de esfuerzo económico que cada país debe realizar para proteger a sus ciudadanos contra un riesgo laboral o ambiental. Por consiguiente, el concepto de optimización es un criterio genérico —sin alusiones a valores específicos— que ha pasado a tener mayor trascendencia que los límites numéricos. Según la CIPR, se deben reducir las dosis individuales de radiación, el número de personas expuestas y la probabilidad de que ocurran exposiciones accidentales tanto como sea razonablemente posible (por debajo de los límites) teniendo en cuenta los factores económicos y sociales, es decir, las restricciones económicas y las necesidades de la sociedad (1). De este modo, los organismos internacionales compatibilizan su responsabilidad de ofrecer la mejor recomendación con la ineludible realidad de que lo mejor no es igual para todos. Queda a criterio de cada país definir sus objetivos en materia de protección radiológica tomando los límites recomendados como una cota superior. Solo en casos excepcionales, una persona quedaría expuesta a riesgos cercanos a los límites.

Cuando una fuente de radiación funciona en condiciones normales —es decir, cuando la exposición de las personas ocurre según lo planificado— se puede controlar el riesgo radiológico mediante la aplicación de los límites de dosis y las restricciones derivadas de los procesos de optimización. Los límites de dosis aplicables a los trabajadores y a los miembros del público son distintos, debido a que la relación riesgo-beneficio es diferente en cada uno de estos grupos. Las dosis que las personas reciben debido a la exposición a las radiaciones de carácter natural y las que reciben durante los procedimientos radiológicos con propósitos médicos no se deben contabilizar a efectos de la aplicación de los límites.

En el cuadro 2 se resumen los valores de los límites anuales de dosis recomendados por la CIPR en 1991. Estos límites no establecen una frontera entre el riesgo y la seguridad, sino que indican los valores de riesgo máximos tolerables recomendados por la CIPR. En el mismo cuadro se indican los valores de la probabilidad de morir de un cáncer inducido por la radiación, correspondientes a los límites de dosis, según los coeficientes de riesgo indicados por esa entidad (1). Muchos países han adoptado estos valores límite y se espera que se ratifiquen en la próxima edición de las recomendaciones de la CIPR.

Otro objetivo de la protección radiológica es reducir los riesgos asociados con los accidentes radiológicos. La CIPR ha introducido la expresión



**CUADRO 2. Límites anuales de dosis efectiva recomendados por la Comisión Internacional de Protección Radiológica y riesgos asociados**

Grupo poblacional	Límite de dosis efectiva	Riesgo anual de morir <sup>b</sup>
Trabajadores	20 mSv <sup>a</sup>	8 por cada 10 000 trabajadores
Miembros de la población	1 mSv	5 por cada 100 000 personas

Fuente: Datos tomados de la referencia 1.

<sup>a</sup> Promedio de las dosis efectivas recibidas en 5 años.

<sup>b</sup> Riesgo anual de morir de un cáncer inducido por radiaciones si se recibe una dosis anual de radiación igual al límite de dosis efectiva.

"exposición potencial" para aludir a la exposición originada durante situaciones accidentales hipotéticas y a partir de 1990 ha prestado una atención especial a la prevención de los accidentes con fuentes de radiación (7, 8). Con tal propósito recomienda el criterio de reducir la probabilidad de que ocurran accidentes mediante sistemas de seguridad apropiados, de modo que los riesgos radiológicos derivados de situaciones accidentales en que pueda estar involucrada una fuente de radiación sean del mismo orden de magnitud que los riesgos asociados con la exposición a las radiaciones en condiciones de operación normal de dicha fuente (8).

A pesar de los reparos formulados por la CIPR acerca de la naturaleza colectiva del criterio de optimización durante el proceso de revisión de las actuales recomendaciones (9), no cabe duda de que la aplicación conjunta y sistemática de los criterios de limitación de dosis y optimización ha constituido una estrategia eficaz para reducir los riesgos asociados con las radiaciones. Según las estadísticas compiladas por el ONU/CCEERA a partir de la información brindada por las autoridades nacionales, se observa que los valores de dosis de radiación recibidas por los trabajadores muestran una tendencia decreciente a lo largo de las últimas décadas, al menos en los países que cuentan con estructuras reguladoras apropiadas. Esos datos indican que la dosis efectiva promedio recibida anualmente por los trabajadores de distintos países se ha reducido 33% en 30 años (5). Sin embargo, se debe tener en cuenta que no todos los países cuentan con mecanismos para documentar las dosis ocupacionales y, por lo tanto, en tales casos no se tiene información sobre la evolución de las mismas.

### ¿Consideraciones individuales o colectivas?

Desde 1976, la CIPR promueve el empleo de otro indicador del nivel de protección radiológica: la dosis colectiva. La dosis colectiva consiste esencialmente en la suma de las dosis efectivas que reciben las distintas personas que trabajan con procesos en que se utilizan fuentes de radiación (dosis colectiva ocupacional), o la suma de las dosis efectivas que reciben o recibirán en el futuro los miembros de una población como consecuencia del funcionamiento de una instalación con fuentes de radiación (dosis colectiva del público). La dosis colectiva se expresa en sievert-persona (Svp). Para facilitar su cálculo, se clasifica a la población expuesta en grupos según los niveles de dosis efectiva media y se la define formalmente como se menciona en el cuadro 1.

La dosis colectiva se utiliza como indicador del detrimento colectivo que la exposición a las radiaciones ionizantes puede provocar en un grupo de trabajadores o en la población en general. Su validez está condicionada por las hipótesis de linealidad y de ausencia de umbral aplicables a los efectos estocásticos, por lo que el concepto de dosis colectiva puede emplearse solamente cuando las dosis y las tasas de dosis individuales son bajas. La amplia aceptación que ha ganado este concepto se debe a que permite comparar la eficacia de diferentes estrategias de protección radiológica aplicables a una misma fuente, así como los efectos radiológicos adversos provocados por diferentes fuentes (cuadro 3).

En el proceso de revisión llevado a cabo por la CIPR durante los últimos años se ha cuestionado (9) y revalorizado (10) este concepto. Cabe suponer que en sus próximas recomendaciones la CIPR

**CUADRO 3. Dosis efectivas anuales promedio y dosis efectivas colectivas mundiales anuales correspondientes a la exposición natural y a la exposición artificial por diversas causas**

Fuentes de exposición en el mundo	Dosis efectiva anual per cápita (mSv)	Dosis efectiva colectiva mundial (millones de Svp)
Radiación natural	2,4	14 400
Radiodiagnóstico médico	0,4	2 400
Pruebas nucleares en la atmósfera	0,005	30
Accidente de Chernobyl, antigua Unión Soviética	0,002	12
Producción de energía nuclear	0,0002	1,2

Fuente: Datos tomados de la referencia 5.



mantendrá el concepto de la dosis colectiva, aunque probablemente con algún condicionamiento.

## EL EQUILIBRIO ENTRE LOS BENEFICIOS Y LOS RIESGOS: LA REGULACIÓN

La protección radiológica no debe reducirse a la formulación de buenos propósitos. ¿Cómo lograr que el diseño, la construcción, la operación y el desmantelamiento final de una instalación cumplan con los recaudos técnicos necesarios? La capacitación y el entrenamiento de las personas implicadas es, sin duda, una condición esencial, pero no es suficiente. Es necesario que en cada país funcione una organización independiente para supervisar el cumplimiento de los principios y las normas específicas, es decir, una autoridad reguladora en materia de protección radiológica. Su organización es responsabilidad de los gobiernos y los organismos internacionales especializados pueden brindar asistencia al efecto.

En las Américas, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) ha colaborado desde la década de 1960 con los Estados Miembros en la elaboración de normas de protección radiológica y en el desarrollo de actividades de control de las fuentes de radiación (11). En 1997, la OPS publicó un libro con abundante información sobre la organización y el desarrollo de los servicios de imagenología y radioterapia, en el que se presentan los principales conceptos sobre protección radiológica y aspectos reguladores (12).

El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), junto con la OPS, la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), así como la Agencia Nuclear de Energía (NEA) de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, han elaborado varios documentos orientados a apoyar el establecimiento de organizaciones reguladoras nacionales. El primero de ellos, "Normas básicas internacionales para la protección contra las radiaciones ionizantes y la seguridad de fuentes de radiación" (NBIS) (13), que se publicó en inglés en 1996 y en 1997 en castellano, constituye una guía práctica para la estructuración de las normas de protección radiológica y las funciones reguladoras en los países.

El OIEA brinda asistencia a los Estados Miembros que la requieran para la creación y el desarrollo de organizaciones reguladoras de la protección radiológica mediante el llamado Proyecto Modelo. En la actualidad, 13 países latinoamericanos participan en ese proyecto<sup>2</sup>.

## Los gobiernos y las funciones reguladoras

Los gobiernos deben prestar atención a asuntos muy disímiles y administrar los recursos de los países para satisfacer las necesidades básicas de sus pueblos de acuerdo con el grado de desarrollo alcanzado. Cabe preguntarse, ¿en qué medida la atención de los riesgos asociados con la evolución de la tecnología puede ser un objetivo central en países donde las necesidades elementales —como la atención médica o el saneamiento básico— no están satisfechas aún? ¿Qué prioridad puede tener un programa de protección radiológica en tales circunstancias?

Sin embargo, es frecuente encontrar instalaciones médicas con fuentes de radiación ionizante de cierta complejidad en países que tienen grandes carencias tecnológicas. Por lo tanto, el análisis no debe estar dirigido a considerar la prioridad que puede tener un programa de protección radiológica en el contexto del desarrollo general de un país, sino en el marco del desarrollo de un campo específico de aplicación de las fuentes de radiación en ese país. Los costos de protección radiológica y del sistema regulador deben formar parte de los costos de la tecnología que emplea tales fuentes y, desde esa perspectiva, tales costos son relativamente bajos.

No todos los países cuentan con organismos reguladores apropiados. En algunos casos esto puede atribuirse a una subestimación de los riesgos asociados con las fuentes de radiación ionizante. Sin embargo, no es desdeñable la exposición de la población provocada por las fuentes artificiales de radiación, en particular las de uso médico (cuadro 3), a lo que deben agregarse los numerosos accidentes que se producen en el mundo con fuentes industriales y médicas. Los accidentes ponen en evidencia la existencia de fallas extremas en los sistemas de seguridad radiológica, pero cabe suponer que fallas menos graves —que impliquen sobreexposiciones menores— pueden pasar inadvertidas o no notificarse.

## Las autoridades reguladoras

En muchos países, la regulación de la protección radiológica se organizó a medida que se desarrollaban las aplicaciones con fuentes de radiación ionizante y materiales nucleares. En la mayoría de los casos, la organización de la regulación recayó en los organismos de energía atómica o sus equivalentes. Sin embargo, en algunos países los organismos de salud asumieron esa responsabilidad. Durante las últimas décadas aumentó la convicción de que los organismos reguladores debían constituir estructuras gubernamentales diferentes de las instituciones que empleaban fuentes de radiación o que promovían su uso y gradualmente se fueron creando estructuras reguladoras independientes en varios paí-

<sup>2</sup> Para mayor información se puede consultar la página del OIEA en Internet <http://www.iaea.org>

ses. Es facultad de cada país decidir la organización más apropiada para sus condiciones específicas.

Las autoridades reguladoras deben establecer normas de protección radiológica y verificar su cumplimiento durante todas las etapas de desarrollo de las diferentes prácticas que empleen fuentes de radiación ionizante. Estas autoridades deben tener la suficiente capacidad de acción técnica, legal y ética que les permita ejercer su autoridad sobre las personas y entidades encargadas de tales prácticas. El principal mecanismo con que cuentan las autoridades reguladoras para aplicar su autoridad consiste en un sistema de licencias institucionales que autorizan tener, utilizar, transferir y trasladar fuentes de radiación ionizante o realizar cualquier operación con ellas. Estas autorizaciones o licencias institucionales están condicionadas al cumplimiento de determinados requisitos de diseño y operación de las instalaciones, equipos y fuentes. Además, es preciso contar con un sistema de autorizaciones o licencias personales que se otorgan al personal según su nivel de capacitación y entrenamiento en protección radiológica y en la práctica específica en que utilizarán las fuentes de radiación.

Las autoridades reguladoras no se pueden limitar a cumplir funciones administrativas, sino que deben estar en condiciones de evaluar la protección y la seguridad radiológicas en el ámbito de cada fuente y en las condiciones particulares de cada tipo de práctica, y de exigir las mejoras que resulten necesarias. Esto solo es posible si se cuenta con personal profesional y técnico altamente capacitado, con experiencia en la protección radiológica y —lo que no es menos importante— experiencia en la operación del tipo de instalaciones que se supervisa.

Se debe recordar que en condiciones normales, las dosis de radiación que reciben las personas no provocan alarma sensorial ni manifestaciones clínicas inmediatas, aunque ello no significa que los riesgos sean nulos ni pequeños. Por consiguiente, la autoridad reguladora debe exigir que cada instalación cuente con sistemas de vigilancia radiológica que permitan evaluar las dosis de radiación recibidas por las personas.

Desde la publicación de las NBIS (13), el OIEA, junto con los demás organismos responsables de esa publicación, ha promovido el fortalecimiento de estructuras reguladoras nacionales y ha brindando asistencia técnica al respecto. La Conferencia Internacional sobre Infraestructuras Nacionales Reguladoras en Seguridad Radiológica, celebrada en Rabat, Marruecos, en septiembre de 2003, constituye una prueba de la importancia que se le otorga a la regulación (14).

## LA FUNCIÓN DE LAS AUTORIDADES DE SALUD

Las funciones de las autoridades nacionales de salud en el proceso de regulación difieren según el

país. Sin embargo, las autoridades sanitarias tienen la responsabilidad de emitir opiniones autorizadas en materia de salud, así como las autoridades reguladoras en protección radiológica tienen la misión de preservar la salud de las personas ante este riesgo específico. Por ello, independientemente de cómo se estructuran las funciones reguladoras en un país, las autoridades sanitarias no deberían estar desvinculadas del sistema regulador. Su opinión especializada puede contribuir de manera importante a validarlo.

Las autoridades de salud pueden participar activamente al menos en tres aspectos de la protección radiológica: la promoción de la educación formal del personal de salud en lo concerniente a la protección radiológica, la atención médica de las personas sobreexpuestas y la protección radiológica de los pacientes.

### Formación del personal de salud

La formación universitaria y los procesos formales de entrenamiento para los profesionales de la salud deben aportar los conocimientos necesarios sobre el empleo de las radiaciones ionizantes en las aplicaciones médicas, sus riesgos y beneficios. En el caso de los especialistas, esto se debe complementar con una profunda capacitación y un intenso entrenamiento en las aplicaciones médicas específicas. Los físicos médicos son indispensables en los servicios de radioterapia, conviene su presencia en los de medicina nuclear y deberían asesorar en los de radiodiagnóstico. Aunque esta no es una especialidad nueva, en algunos países no se cuenta con un número suficiente de físicos médicos ni con instituciones apropiadas para su formación. Las autoridades de salud pueden contribuir de un modo importante al desarrollo, la consolidación y el reconocimiento de esta especialidad.

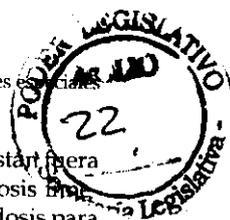
### La atención médica de las personas sobreexpuestas a radiaciones

Otro aspecto en el que las autoridades de salud deberían desempeñar un papel protagónico es la atención médica de las personas sobreexpuestas accidentalmente. La evaluación diagnóstica, la estrategia terapéutica que debe seguirse y las derivaciones apropiadas incumben directamente a los profesionales de la salud y deben planificarse estableciendo los acuerdos correspondientes con las instituciones médicas involucradas.

### La protección radiológica de los pacientes

Las fuentes de radiación ionizante de uso médico son las más numerosas y las que contribuyen





en mayor medida a la exposición artificial de la población (cuadro 3). En la actualidad hay más de un millón y medio de fuentes de radiación ionizante declaradas en el mundo, tanto para diagnóstico como para tratamiento médico, y con ellas se realizan más de dos mil millones de procedimientos anualmente (cuadro 4). Además de provocar la inevitable exposición de los trabajadores y de algunos miembros de la población —como todas las fuentes de radiación ionizante—, estas fuentes están concebidas para irradiar deliberadamente a determinadas personas: los pacientes. La CIPR ha dedicado una docena de publicaciones al tema de la protección de los pacientes y en una de ellas (15) ha sintetizado los criterios apropiados para las prácticas de diagnóstico y tratamiento.

La protección radiológica del paciente está relacionada con el ejercicio de la profesión médica. En ocasiones, los organismos reguladores se limitan a sí mismos en aras de no "invadir" el campo médico (16) y se produce entonces un vacío que ningún organismo cubre. Por ello es deseable que las autoridades de salud se interesen especialmente en la protección radiológica del paciente y establezcan una acción coordinada con los organismos reguladores.

#### ¿Cómo proteger a personas irradiadas deliberadamente?

Para obtener una imagen radiológica o tratar un tumor es indispensable que el paciente reciba cierta dosis de radiación. Puede entonces hacerse referencia a una dosis necesaria. Sin embargo, en ocasiones la exposición es mayor que la requerida para

el procedimiento o se exponen tejidos que están fuera del campo de interés, lo que genera una dosis innecesaria. No se pueden establecer límites de dosis para los pacientes, ya que la relación dosis-beneficio es diferente en cada caso. Los conceptos de justificación y optimización adquieren entonces mayor importancia: el médico debe analizar la justificación de cada procedimiento que prescribe y el equipo médico especializado que lo realiza debe optimizarlo (16).

La optimización está estrechamente relacionada con la calidad de los procedimientos. En algunas instituciones las dosis son hasta 10 veces mayores que las empleadas en otras para realizar estudios radiodiagnósticos equivalentes desde el punto de vista de la información obtenida. Esto significa que la dosis innecesaria puede ser muy elevada en algunos casos. Se debe tener en cuenta que la dosis colectiva mundial generada por los procedimientos de radiodiagnóstico médico es la mayor de las atribuibles a la exposición artificial a las radiaciones ionizantes (cuadro 3). Se puede suponer que si se lograra mejorar la calidad de los procedimientos radiológicos se podría reducir la correspondiente dosis colectiva mundial al menos a la mitad sin menoscabar los beneficios del radiodiagnóstico.

Las dosis efectivas individuales en los procedimientos de radiodiagnóstico pueden variar, según el tipo de estudio, desde decenas de  $\mu\text{Sv}$  hasta más de 100 mSv. Algunas técnicas pueden originar dosis absorbidas de 10 a 100 mGy en algunos tejidos, como la tomografía computarizada (17), o de 1 Gy o más en la piel, como la radiología intervencionista (18). En ocasiones, la dosis absorbida puede sobrepasar los umbrales de los efectos deterministas y producir lesiones en los pacientes.

En radioterapia, las dosis prescritas para el tratamiento de los tumores son elevadas (entre 20 y 85 Gy). La eficacia de estos procedimientos depende en gran medida de la exactitud con que se irradia al paciente y del grado en que se logra minimizar la exposición de los tejidos sanos, es decir, depende tanto del valor de la dosis como de la localización del campo de irradiación. Dosis superiores a la prescrita aumentan el riesgo de lesiones y muerte provocadas por las radiaciones, mientras que dosis inferiores aumentan el riesgo de un tratamiento ineficaz. La desviación aceptable para minimizar estos efectos indeseables es de 5%.

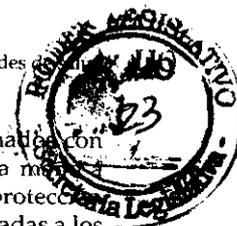
#### Accidentes con fuentes médicas

En un estudio realizado por el OIEA en el que se investigaron 90 accidentes relacionados con la radioterapia en diversos países, los errores detectados de sobreexposición son tres veces más numerosos que los de subexposición (19). Esta asimetría podría relacionarse en parte con el hecho de que la detec-

**CUADRO 4. Principales equipos médicos que emplean radiaciones ionizantes y número de procedimientos realizados anualmente en el mundo**

Aplicación médica	Número de equipos
Radiodiagnóstico (1 910 millones de procedimientos por año)	
Convencional	700 000
Tomografía computarizada	34 000
Mamografía	40 000
Radiodiagnóstico dental (520 millones de procedimientos por año)	
Convencional	900 000
Medicina nuclear (32 millones de procedimientos por año)	
Escáner rectilíneo, cámara gamma	14 000
Tomografía por emisión de positrones	300
Radioterapia (4,7 millones de tratamientos por año)	
Rayos X	5 000
Cobalto	4 000
Acelerador lineal	5 000

Fuente: Datos tomados de la referencia 5.



ción de sobreexposiciones se ve favorecida por reacciones clínicamente observables en el paciente, en tanto que la subexposición no produce manifestaciones clínicas, aunque puede dar lugar a un tratamiento menos eficaz y a la posible muerte del paciente por la evolución de su enfermedad. Esas consecuencias, aunque graves, pueden no ser tan patentemente atribuibles a subexposiciones provocadas por errores en los procedimientos.

Durante la última década, en las Américas se han producido dos accidentes con fuentes de radioterapia que han provocado la muerte de decenas de pacientes por sobreexposición (20, 21). Graves fallas condujeron a esos accidentes. Cabe preguntarse, ¿cuántos casos sin detectar o sin notificar pueden haber ocurrido en el mundo, con desviaciones menos patentes en los valores de las dosis, pero con un detrimento significativo de la eficacia de los tratamientos?

El empleo de un medio terapéutico como la radiación se justifica si el procedimiento se planifica con la mejor técnica disponible y se aplica con la mayor calidad (22). La prevención de accidentes en la práctica de la radioterapia vincula estrechamente dos especialidades: la protección radiológica y la física médica (23).

#### El plan de acción internacional para la protección radiológica de los pacientes

En marzo de 2001 se celebró en Málaga, España, la Conferencia Internacional sobre Protección Radiológica del Paciente, patrocinada por varias organizaciones internacionales (OIEA, OMS, OPS, entre otras). Como resultado de esa conferencia se aprobó un plan de acción internacional para la protección radiológica de los pacientes (24) que contempla, entre otras, las acciones siguientes:

- promover la educación y el entrenamiento de médicos clínicos, especialistas, tecnólogos, enfermeros, físicos médicos, radiofarmaceutas, diseñadores de equipos, ingenieros de mantenimiento, administradores, entre otros, en la protección radiológica, el control de la calidad y la reducción de las dosis innecesarias y de los riesgos de exposición accidental en las aplicaciones médicas
- promover el intercambio de información sobre esos temas entre instituciones de diversos países
- promover el reconocimiento de la importancia de los tecnólogos en la protección radiológica de los pacientes y mejorar su capacitación
- promover el reconocimiento de la importancia de los físicos médicos como profesionales de la salud
- preparar guías apropiadas destinadas al personal de los servicios médicos que emplean fuentes de radiación

- reconocer que existen aspectos relacionados con la transferencia de equipos de segunda mano entre países en desarrollo que inciden en la protección radiológica y proporcionar guías destinadas a los donantes de equipos de segunda mano, los receptores y las organizaciones intermediarias. En particular se debe tomar en cuenta la necesidad real del país receptor, la provisión de herramientas, accesorios; piezas de recambio y manuales; la formalización de acuerdos para las pruebas de aceptación, instalación y mantenimiento, y el entrenamiento en el uso de equipos con sus dispositivos específicos de protección.

Se espera que las autoridades de salud conozcan este documento y participen activamente en la puesta en práctica de estas acciones.

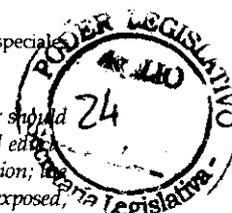
#### CONCLUSIONES

Lejos estaban Roentgen y Becquerel de imaginar la extraordinaria expansión de las aplicaciones prácticas de sus descubrimientos. Pero en la actualidad no se desconocen, como en aquellos tiempos, los riesgos asociados con esos fenómenos y no se justifica que las prácticas con fuentes de radiación ionizante, que tantos beneficios pueden aportar, provoquen daños por la falta de medidas eficaces de protección radiológica y de procedimientos adecuados de garantía de la calidad.

Ese equilibrio entre beneficios y riesgos se puede controlar mediante sistemas reguladores nacionales adecuados. Es responsabilidad de los gobiernos crear condiciones jurídicas y administrativas apropiadas para que las autoridades reguladoras de la protección radiológica lleven a cabo su labor eficazmente.

Las autoridades de salud, aun cuando no ejercen funciones reguladoras directas en esta materia, pueden contribuir de un modo importante mediante su acción coordinada con los órganos reguladores para proteger la salud de los trabajadores y miembros de la población contra los riesgos que implican las fuentes de radiaciones ionizantes. También deberían cumplir una importante función en la organización de los medios necesarios para la atención de personas sobreexpuestas por accidentes con fuentes de radiación. Pero cabe esperar que las autoridades sanitarias desempeñen un papel protagónico en la protección de los pacientes debido a su relación directa con la profesión médica. Para ello, deben contar con profesionales sanitarios con conocimientos en materia de protección radiológica, promover el uso del equipo adecuado y aplicar procedimientos apropiados de garantía de la calidad.

La intervención oportuna de las autoridades nacionales de salud puede contribuir en gran me-



did a reducir las dosis innecesarias en las prácticas médicas con fuentes de radiación y reducir las probabilidades de que ocurran accidentes radiológicos en este campo.

#### SYNOPSIS

#### Regulating radiological protection and the role of health authorities

*This article summarizes the development of protection against ionizing radiation and explains current thinking in the field. It also looks at the decisive role that regulatory agencies for radiological protection must play and the important contribu-*

*tions that can be made by health authorities. The latter should take an active part in at least three aspects: the formal education of health personnel regarding radiological protection; the medical care of individuals who are accidentally overexposed, and the radiological protection of patients undergoing radiological procedures. To this end, health professionals must possess sufficient knowledge about radiological protection, promote the use of proper equipment, and apply the necessary quality assurance procedures. Through their effective intervention, national health authorities can greatly contribute to reducing unnecessary doses of radiation during medical procedures involving radiation sources and decrease the chances that radiological accidents will take place.*

**Key words:** radiation; ionizing; radiation protection; radiation control; standards.

#### REFERENCIAS

1. International Commission on Radiological Protection. The 1990 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Ann ICRP. 1991;21:1-3. (ICRP Publication No. 60).
2. Taylor L. Radiation protection standards. London: CRC Press; 1971.
3. Skvarka J, Aguirre A. Normas y estándares aplicables a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias en América Latina: guía para los límites de exposición y los protocolos de medición. Rev Panam Salud Publica. 2006;20(2/3):205-12.
4. International Commission on Radiation Units and Measurements. Quantities and units in radiation protection dosimetry. Oxford: ICRU; 1993. (ICRU Report No. 51).
5. Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas. Informe 2000. Viena: UNSCEAR; 2000.
6. Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas. Informe sobre efectos hereditarios. Viena: UNSCEAR; 2001.
7. International Commission on Radiological Protection. Protection from potential exposure: a conceptual framework. Ann ICRP. 1993;23:1. (ICRP Publication No. 64).
8. International Commission on Radiological Protection. Protection from potential exposures: application to selected sources. Ann ICRP. 1997;27:2. (ICRP Publication No. 76).
9. Clarke R. The evolution of the system of radiological protection: the justification for new ICRP recommendations. J Radiol Prot. 2003;23:129-42.
10. Arias C. ICRP versus ICRP: challenges for future ICRP recommendations. Proceedings of the XI International Congress of Radiation Protection, Madrid, May 2004. Madrid: Sociedad Española de Protección Radiológica; 2004.
11. Hanson G, Borrás C, Jiménez P. History of the radiological health program of the Pan American Health Organization. Rev Panam Salud Publica. 2006;20(2/3): 87-98.
12. Organización Panamericana de la Salud. Organización, desarrollo, garantía de calidad y radioprotección en los servicios de radiología: imaginología y radioterapia. Washington, D.C.: OPS; 1997.
13. International Atomic Energy Agency. Normas básicas internacionales para la protección contra las radiaciones ionizantes y la seguridad de las fuentes de radiación. Viena: OIEA; 1996. (Colección Seguridad No 115).
14. International Atomic Energy Agency. Findings and recommendations of the International Conference on National Infrastructures for Radiation Safety; 2003 Sept; Rabat, Morocco. Viena: IAEA; 2004.
15. International Commission on Radiological Protection. Radiological protection and safety in medicine. Ann ICRP. 1996; 26(2):1-47. (ICRP Publication No. 73).
16. Arias C. Regulatory functions and medical exposure. Proceedings of IX International Congress of Radiation Protection; 1996 Apr; Vienna, Austria. Vienna: Austrian Association for Radiation Protection; 1996.
17. International Commission on Radiological Protection. Managing patient dose in computed tomography. Ann ICRP. 2000; 30(4):1-45. (ICRP Publication No. 87).
18. International Commission on Radiological Protection. Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures. Ann ICRP. 2001;30(2):1-67. (ICRP Publication No. 85).
19. International Atomic Energy Agency. Lessons learned from accidental exposures in radiotherapy. Viena: IAEA; 2000. (Safety Report Series No. 17).
20. International Atomic Energy Agency. Accidental overexposure of radiotherapy patients in San José, Costa Rica. Viena: IAEA; 1998.
21. International Atomic Energy Agency. Investigation of an accidental exposure of radiotherapy patients in Panama. Viena: IAEA; 2003.
22. International Commission on Radiological Protection. Prevention of accidents to patients undergoing radiation therapy. Ann ICRP. 2001;30(3):1-70. (ICRP Publication No. 86).
23. Arias C, Piumetti E, Sanchez G. Medical sources and radiological accidents. Proceedings of the World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, 1994 Aug; Rio de Janeiro, Brazil. Rio de Janeiro: Brazilian Society of Medical Physics; 1994.
24. International Atomic Energy Agency. International action plan for the radiological protection of patients. Viena: IAEA; 2002.

Manuscrito recibido el 14 de diciembre de 2004.  
Aceptado para publicación, tras revisión, el 30 de agosto de 2005.

# ASPECTOS MEDICOS LEGALES DE LA RADIACION



*Prof. Dr. DENNIS A. CASTRO BOBADILLA*  
*Dra. AREMA DICKERMAN KRAUNICK*

P.O. Box 30'448 Toncontin, HONDURAS.  
[dcastro@hondutel.hn](mailto:dcastro@hondutel.hn)

## INTRODUCCION

Este trabajo esta dirigido a estudiar la causa más importante de exposición radiológica de fuentes artificiales: Radiodiagnóstico. Para lograr este objetivo se realizo una investigación bibliográfica y de campo, él la cual se investigo, principalmente, el grado de seguridad de un examen radiológico, que a base de un juicio clínico competente beneficie al paciente.

El objetivo de la protección radiológica del paciente ha evolucionado gradualmente desde la preocupación por la exposición de las poblaciones. El propósito es asegurar que las dosis no son lo suficientemente bajas para justificar en examen radiológico determinado, sino que se mantiene incluso mas bajo cuando se puede conseguir de manera razonable.

La limitación de riesgo de un paciente determinado esta generalmente implícita en la decisión medica de que tal examen es de utilidad para el paciente. Si cada examen individual esta debidamente justificado, el riesgo colectivo esta forzosamente justificado. Sin embargo, es necesario evaluar la dosis colectiva debida a varios exámenes médicos, ya que proporcionan indicaciones útiles sobre las situaciones donde las medidas de protección relacionadas con el diseño o la elección de métodos que puedan aplicarse con mayor eficacia.

Reiteramos que nuestro propósito de este trabajo es de servir de guía a los estudiantes de medicina, radiólogos y otras personas que participan en el radiodiagnóstico con respecto a los factores que influyen sobre la dosis de radiaciones y por consiguiente los riesgos debido a la radiación en diferentes tipos de exámenes radiológicos, además pretendemos dar a conocer los efectos y daños que producen en la población, la radiación.



## FORMULACION DEL PROBLEMA

El uso de Rayos "X" en Medicina, además de adoptar un beneficio al paciente y al medio que lo rodea múltiples efectos nocivos. Este carácter dual de los Rayos "X" ha sido reconocido desde su descubrimiento en 1895. Desde entonces se ha descubierto diversas técnicas para disminuir los riesgos de su uso y en varios países existen leyes que regulan el empleo de los Rayos "X". ¿Se utiliza estas medidas de protección?

## OBJETIVOS

1. Determinar el cumplimiento de normas científicas internacionales en el uso de los Rayos "X" para disminuir los efectos nocivos sobre el personal radiológico, los pacientes y el medio.
2. Identificar a quien pertenecen la mayoría de equipos de Rayos X.
3. Cuantificar la edad promedio del aparato de rayos X.
4. Identificar el personal encargado del manejo de los aparatos de rayos X.
5. Cuantificar el número de medidas protectoras que utiliza el personal que maneja el aparato de rayos X.
6. Determinar si se utilizan medidas de protección para los pacientes.
7. Establecer el tipo de mantenimiento que se le dá a los aparatos.
8. Describir el área típica de toma de radiografías.
9. Cuantificar el número de placas de Rayos X que se toman en promedio por día.

## JUSTIFICACION

El uso de la radiación lleva implícito el riesgo de causar efectos nocivos en las personas que lo manejan, en las personas en quienes se aplican, y en el medio ambiente.

En Honduras, la principal fuente de radiación externa la constituye los aparatos de Rayos X. Aunque existen diversas formas de protección para el personal que maneja los aparatos, para el paciente y el ambiente se desconoce en que medida son utilizados ya que no existe una legislación que imponga el empleo de medidas protectoras y regule el uso de Rayos X.

Para determinar la necesidad que existe de que se cree una legislación que regule el uso de los Rayos X, es necesario investigar el cumplimiento de normas internacionales de protección al paciente, al personal y al medio ambiente.

## MARCO TEORICO

### *Descubrimiento de los Rayos X.*

El 8 de Noviembre de 1895, Wilhelm K. Roentgen, observo por primera vez el fulgor de una pantalla fluorescente, activada por una emanación, desconocida hasta ese momento, de un tubo de Crookes eléctricamente excitado. Roentgen presento, el 28 de Diciembre su trabajo "Acerca de un Nuevo Tipo de Rayo" al presidente de la Sociedad Física Medica de Wurzburg. Edison, al oír de este fenómeno, empezó a trabajar en el y no esta esclarecido si fue él o el Profesor Pupin de la Universidad de Columbia quien realizó el primer radiograma en Estados Unidos.



### *Radiación de Rayos X.*

La radiación es el transporte de energía a través del espacio o la materia en una línea recta. En el caso de la luz, la energía radiada se puede recibir mejor como ondas electromagnéticas. En otros casos la energía se describe mas convenientemente en partículas. La energía de las partículas de radiación tiene como principal acción la de arrancar electrones de los átomos y moléculas, dejándolas ionizadas. La radiación que tiene este aspecto se conoce como radiación ionizante. Los tipos más comunes son los Rayos X y la radiación de sustancias radioactivas.

Los rayos X son ondas electromagnéticas con la longitud de onda menos de 0.1 um. Se caracterizan por su capacidad, no solamente de penetrar la materia, sino, como se menciona, de producir ionización. Una característica de la radiación ionizante es la absorción de energía en el cuerpo y su distribución en órganos y sentidos específicos se pueden determinar por medida o por calculo.

La energía absorbida por unidad de masa en el cuerpo humano se mide en unidades gray (Gy). Un Gray es una unidad absorbida de 1 Joule/Kg, y en unidades antiguas, 1 Gray=100 rad.

Antiguamente se media la exposición a la radiación en roentgens. Un roentgen es la cantidad de radiación que produce una carga, positiva o negativa de  $2.58 \times 10^{-4} \text{C}$  en un Kg de aire.

Para medir la concentración de la radiación de tejidos se utilizo el Rad. (radiation absorbed dose) que equivale al deposito de 100 ug de energía en un gramo de materia.

### *Producción de Rayos X*

Los tubos de rayos X son dispositivos en los que son acelerados electrones de alta energía cinética por un campo eléctrico en un vacío. Cuando los electrones golpean el ánodo el tubo son detenidos súbitamente y esto resulta en la emisión de onda electromagnética en forma de rayos X. Sin embargo mas del 90% de la energía que los

electrones llevan al ánodo se convierte en calor. El 1% de la energía que se convierte en rayos X, se dirige a una película radio sensible atravesando el área de estudio.



En diversas legislaciones nacionales los tubos de aceleración son voltajes menores de 5 KV están exentos de reglas ya que los rayos X producidos tienen tan poco poder penetrante que escapan a través de las paredes del tubo. Para la radiografía diagnóstica de tejidos blandos, se usan voltajes de 50 KV. En radiología dental también se usan voltajes relativamente bajos (50-70 KV). Sin embargo la mayoría de los tubos de rayos X para la radiología médica, operan entre 60-150 KV.

### ***Radio ecología***

Todos los organismos vivientes desde el tiempo de su origen sobre la tierra hasta ahora han sido irradiados y en el futuro, en cualquier parte, ellos continuarán siendo irradiados. Algunas formas de radiación como la proveniente del sol, son necesarias para seguir viviendo; alguna de ellas es innecesaria; y alguna es dañina. Es extremadamente difícil de diferenciar los efectos y decidir cuál es significativo y cuál no y mucho más difícil de diferenciarlo bueno, lo indiferente y lo malo acerca de los fenómenos envueltos en la radiación. Un gran trabajo se necesitaría hacer antes de poder escribir una adecuada teoría acerca de la radiación. Pero algunos progresos han sido hechos en el reconocimiento de problemas y en el análisis de factores envueltos en la radiación o radio ecología.

Dos preguntas pueden ser discutidas. Primero, cuáles plantas y animales y comunidades naturales, o ecosistemas bajo varios niveles de radiación, segundo, que progresos han sido hechos en estudios ecológicos específicos en comunidades bajo el stress de la radiación.

### ***Radiación y Ecosistemas***

Todos los organismos vivientes están relacionados ecológicamente unos con otros. Con respecto a la radiación, algunas comunidades, ellos están interrelacionados porque coexisten en la misma área y están sujetos a un mismo potencial externo de la radiación. También ellos están relacionados unos con otros en la total fisiología de la comunidad.

La energía usada por todos los individuos, primero es capturada de la luz solar por las plantas verdes y a través de estas, todos los organismos del ecosistema obtendrán sus alimentos. Si la radiactividad en la forma de radioisótopos es introducida dentro de algún animal o planta, cambios físicos aparecerán más tarde o más temprano, usualmente más temprano en todo el ecosistema. Estos efectos dependerán no solo de las propiedades físicas del material radioactivo sino también del mantenimiento del material radioactivo por la comunidad.

Un ecosistema no es solo un ensamble de plantas, animales y microorganismos que viven en una determinada área con un clima tolerable. La importancia de la

comunidad ecológica y de cada uno de los miembros es que estos dependen unos de otros jugando un papel muy importante en la comunidad, importancia que trasciende a los efectos de radiación.



Los cambios dinámicos del ecosistema tienen significación radiológica. Los efectos específicos dependen del tipo, cantidad y rango de irradiación. Con bajas dosis y bajos tiempos de exposición, los efectos posteriores pueden estar modificados en unas especies más que en otras. Con altos niveles de radioactividad se crea un área estéril pueden tener radiación residual de varios niveles desde altas hasta muy bajas. Si el nivel de radioactividad es alto, todas las formas dominantes probablemente mueran y el área denudada puede sufrir severa erosión.

Eventualmente la región podría resurgir con nuevas formas pioneras. Dependiendo de que progresos hacen en ellas en el área, podrían cambiar aspectos en las formas sucesoras que estarían establecidas bajo nuevas condiciones incluyendo un factor residual de radioactividad.

### ***Selección Natural y Radiación***

La selección natural: es el nombre dado a la fuerza o combinación de fuerzas necesarias para la supervivencia de ciertos tipos de organismos sobre todos y es guiada por un factor de evolución, con este mecanismo y con un factor de radiación quienes son causa de un aumento en los rangos de mutación, por lo tanto de variaciones que pueden ser producidas por largo tiempo creando especies con mayor resistencia a la radiación, no solamente el número de especies con alta radio resistencia aumenta, sino que algunos con baja radio resistencia pueden también existir.

### ***Factores que influyen en la radio sensibilidad:***

- Temperatura: es un factor físico que ha tenido mucha influencia sobre la radio sensibilidad. Así los organismos de sangre caliente (pájaros y mamíferos) son usualmente más sensibles a la radiación que los organismos de sangre fría.
- Especies específicas: por ejemplo, los organismos de reproducción asexual son menos sensibles a la radiación de aquellos que se reproducen sexualmente.
- Hábitat específico.
- Tamaño: un tamaño pequeño puede habilitar a la destrucción dependiendo también del poder de penetración de la radiación.

### ***Radio ecología Conclusiones***

1. Las catástrofes atómicas, fuego y niveles letales de radiación, matarían grandes números de plantas y animales, produciendo áreas estériles que llevan a la erosión y serán seguidos por estados pioneros sé sucesión ecológica. ¿Qué tipo de clima podría resultar finalmente?, La extinción de especies endémicas y la producción de nuevos mutantes. Primero de la existencia de formas pioneras y más tarde por formas que han invadido zonas adyacentes. Algunas formas de vida como el hombre pueden deteriorarse o morir.
2. Largos períodos de y el incremento en los niveles de radiación podrían facilitar la extinción de pequeñas poblaciones de especies.
3. Se debe de planear la investigación ecológica para proceder y seguir la instalación de establecimientos de energía atómica para desarrollar un banco de información sobre el cual basar una teoría de radio ecología y del avance de la ecología en general.

### ***Midiendo los Riesgos de las Radiaciones***

Se ha dicho frecuentemente que se conoce más acerca de los efectos dañinos de la radiación que de otro agente tóxico, probablemente por el gran volumen de literatura publicada acerca de esto.

Lawrence sugiere cuatro planteamientos básicos de investigación para asesorar los riesgos de la radiación:

1. Definir las condiciones de exposición.
2. Identificar los efectos adversos.
3. Relacionar la exposición con el efecto.
4. Estimar la longitud del riesgo.

### ***Condiciones de Exposición***

Las radiaciones iónicas tienen la valiosa propiedad de ser rápidamente detectadas, así como dosimetría en comparación con otros agentes tóxicos es relativamente exacta.

En muchos casos la contaminación interna es fácilmente detectada por contadores corporales o técnicas de ensayo. Por el mismo motivo las medidas de cualquier desprendimiento de reactividad al medio pueden ser llevadas acabo con gran sensibilidad.

Nosotros podemos incluir por lo tanto que las condiciones y la magnitud de la exposición son bien conocidas. La figura 1 nos muestra un resumen de las principales





fuentes de exposición de radiación en el humano en el tiempo presente y predicción hasta el año 2000. la radiación se considera como una forma rara de contaminación por contacto la mayor exposición al hombre es de origen natural.

Si varios niveles de radiación iónica fueran dominantes en su influencia sobre los agentes tóxicos del medio. Puede ser por lo tanto esperado que se observe correlaciones significantes entre la incidencia de cáncer y niveles de radiación externa.

Se puede decir que las radiaciones en el medio son cancerígenas a dosis de  $-0.1$  REM/año por lo que hay agentes tóxicos en el medio mucho más importantes.

Nosotros ahora sabemos que una pequeña fracción de cáncer es causada por la exposición a medios naturales de radiación iónica.

La figura No.1 nos demuestra un rol muy importante del diagnóstico por radiología como fuente de exposición de radiación en el hombre.

Esto es sin duda y continuara siendo la fuente dominante de exposiciones a las radiaciones. Chamberlain: "la radiología médica es la única situación legítima en que la exposición a la radiación es dada al humano con propósito de su propio beneficio.

Thomas y Beesik han sugerido que los niveles de exposición en los Estados Unidos actualmente de la Radiología diagnóstica es por lo menos 10,000 veces más beneficiosa que dañina. Sin embargo en la ausencia de una resolución satisfactoria al problema de una dosis pequeña es prudente asumir que todas las exposiciones a la radiación son dañinas no importando cuan pequeña es la dosis.

Consideraciones como éstas han llevado a sugerencias de que es necesario urgentemente reducir la exposición a radiaciones iónicas por fuentes médicas.

Morgan sostiene este punto de vista citando 5 argumentos:

1. Las exposiciones médicas en Estados Unidos son mayores en un factor de 2-10 que en la mayoría de los países avanzados del mundo.
2. No hay entrada (comienzo) a los efectos defectuosos de la radiación.
3. Extrapolaciones lineales de efectos biológicos observados a altas dosis de radiación pueden subestimar efectos a bajas dosis.
4. Pese al presente interés hacia los efectos somáticos de la radiación, los riesgos genéticos son todavía el límite del daño en la radiación.
5. Bajo niveles de exposición como los utilizados en el diagnóstico médico pueden ser dañinos.

Hay muchas organizaciones en Estados Unidos que están haciendo presión para reducir la exposición a la radiación por fuentes médicas. Así como también se han publicado guías para el uso de rayos X en medicina reduciendo así la utilización de estos cuando el paciente expuesto no tiene síntomas o como método diagnóstico de rutina.



### ***Efectos de Radiación***

La energía radiante absorbida en los tejidos inicia reacciones físicas y químicas que dan como resultado cambios biológicos. Algunos aparatos de radiodiagnóstico, especialmente equipo radioscópico inadecuadamente utilizado, pueden impartir dosis de radiación suficientemente elevadas como para producir reacciones agudas e incluso lesiones. Sin embargo, en exámenes radiodiagnósticos correctamente efectuados, no se producen esos aspectos agudos de la reacción porque las dosis están muy por debajo del umbral para la aparición de dichos efectos. No obstante, es posible que no haya un límite inferior de dosis para la iniciación de algunos efectos biológicos nocivos.

### ***Efectos No Estocásticos:***

Son los que se producen como una consecuencia inevitable de la exposición a grandes dosis de radiación pero no ocurre con dosis inferiores al valor umbral necesario para destruir un número suficiente de células. Estos efectos no ocurren casualmente. Basta con que la dosis sea alta para que los efectos ocurran siempre.

### ***Efectos Estocásticos:***

Es cuando una pequeña dosis de radiación absorbida es capaz de incrementar el riesgo de desarrollar neoplasias e inducir mutaciones o alteraciones cromosómicas (si los cambios en el DNA son incluidos en las células germinales) que conducen a efectos hereditarios.

Entonces, la probabilidad de que ocurra un efecto depende de la dosis de radiación (Efecto No Estocástico). En contraste, la severidad del efecto es independiente de la dosis (Efecto Estocástico).

Inicialmente, los riesgos de la radiación más inquietantes eran los producidos por dosis relativamente elevadas, recibidas por unas pocas personas. Hoy en día existe una preocupación creciente por los efectos nocivos que se pueden esperar de la exposición de poblaciones numerosas a pequeñas dosis de radiación. El efecto nocivo que se puede esperar es principalmente un pequeñísimo incremento en la reincidencia de neoplasias.

### **Secuencia de los efectos biológicos de la radiación:**

1. La radiación interactúa con átomos de los tejidos, liberando electrones y otras formas de radiación secundarias.



2. La radiación secundaria es absorbida localmente en los tejidos produciendo una gran excitación localizada y separación de los enlaces moleculares.
3. Se forman productos químicos reactivos (radicales libres) inestables, que interfieren con las reacciones bioquímicas vitales, normales de las células tisulares. Los daños de los productos radioactivos pueden incluir efectos sobre macromoléculas irremplazables tales como proteínas, moléculas del DNA y cromosomas. La molécula principal afectada es el DNA.
4. En respuesta a la alteración de las reacciones bioquímicas, ocurren cambios morfológicos y funcionales en los tejidos. Estos cambios pueden conducir a una gran escala de alteraciones fisiopatológicas y en el caso del tejido gonadal irradiado a alteraciones genéticas.

Los eventos en los pasos 1 y 2 ocurren dentro de aproximadamente 10-4 segundos y son referidos como efectos de la radiación. Estos pueden producir algunos daños a nivel celular y molecular. Sin embargo, desde que el agua constituye 80-90% de la célula, la mayoría de los efectos envuelven la radiólisis del agua celular. La radiólisis conduce a la formación de radicales reactivos, los cuales interactúan como los constituyentes celulares e interfieren con las reacciones bioquímicas.

Los eventos del paso 3 llamados efectos indirectos de la radiación ocurren entre fracciones de segundos a minutos después de la exposición. Muchas de estas reacciones ocurren sobre macromoléculas que son esenciales para la función celular y la supervivencia.

En relación a los cambios morfológicos y funcionales perfilados en el paso 4, ocurren en horas después de la exposición. Si una célula con estos cambios se divide, los cambios pueden ser distribuidos a las células hijas, y la injuria original puede ser propagada de una a muchas células resultando finalmente en una gran escala de alteraciones fisiopatológicas observables. Estas alteraciones pueden ocurrir desde varias horas a muchos años después de la injuria original, dependiendo del efecto particular. Los efectos genéticos aparecen en las generaciones subsiguientes. El intervalo de tiempo entre la injuria y el apareamiento de efectos a gran escala se conoce como período de latencia. Los efectos que aparecen relativamente rápido son llamados efectos a corto plazo. En el hombre los efectos a largo plazo o tardíos pueden tener un período de latencia de varios años.

#### ***Efectos Sobre los Cromosomas:***

La mayoría de las macromoléculas tales como proteínas, DNA y enzimas de las células son muy pequeños para ser observadas directamente. Consecuentemente los efectos de la radiación sobre estas moléculas deben ser estudiados por procedimientos indirectos tales como experimentos bioquímicos. Los cromosomas, sin embargo, son bastante grandes para ser observados mediante microscopia. En vista de la gran

importancia de los cromosomas en la función celular, reproducción y transferencia de información genética, los efectos de la radiación han sido ampliamente estudiados.



Los cambios que se han observado después de la radiación incluyen:

1. Los cromosomas se hacen viscosos, los que provienen de la división completa de la mitosis.
2. La separación de los cromosomas en la anafase está inhibida retrasando la complementación de la mitosis
3. Ocurre ruptura de cromosomas en forma desigual entre las células hijas las cuales son incapaces para la reproducción.

Además de estos cambios los cuales son directamente observables bajo un microscopio, los experimentos demuestran que ocurren mutaciones cromosómicas. Los cromosomas mutantes son cromosomas alterados capaces de reproducción. Contrariamente la mayoría de cromosomas anormales formados son incapaces de reproducción, en vista de que una célula con división cromosómica interrumpida, sus células hijas usualmente mueren.

#### ***Factores que Afectan la Respuesta Celular:***

La sensibilidad de una célula a la radiación depende primordialmente del tipo de célula.

Ley de Radio sensibilidad – es directamente proporcional al grado al cual la célula se divide e inversamente proporcional al grado de especialización de la célula.

De acuerdo a esta ley, las células que se reproducen rápidamente (células embrionarias) son extremadamente sensibles a la radiación, mientras, las células altamente especializadas (células nerviosas) son menos sensibles.

Otros factores que influyen en la radio sensibilidad de las células incluyen:

1. El grado de actividad celular (a mayor grado metabólico mayor sensibilidad).
2. El estado de nutrición (las células mal nutridas son menos sensibles).
3. La presencia de ciertos agentes químicos en la célula o en el medio. Por ejemplo, el oxígeno puede acrecentar la radio sensibilidad mientras otras sustancias tienden a promover la reparación del daño de la radiación. Así las células cancerosas en el centro de un gran tumor pueden estar mal nutridas y desoxigenadas, entonces, estas pueden ser relativamente insensibles a la radiación.



La respuesta de las células a la radiación puede también depender del tipo de radiación y de la manera en que es liberada a las células.

Las características importantes de la radiación incluyen:

1. El tipo de radiación.
2. Dosis absorbida total.
3. Número de exposiciones.
4. Dosis por exposición.
5. El intervalo de tiempo entre las exposiciones.

En general, la capacidad de los rayos X para producir efectos tempranos (por ejemplo, muerte celular) disminuye en la medida en que las dosis por exposición están disminuidas, y si el intervalo de tiempo entre las exposiciones está aumentando.

Cuando las dosis son bajas y los intervalos entre las exposiciones son prolongados, aparentemente permiten algún grado de reparación del daño en la célula injuriada, mientras dosis grandes con períodos de tiempo cortos produce muchas injurias en las células inhibiéndose la reparación.

#### Respuestas Sistemáticas y de Algunos Órganos a la Radiación

##### *El Cuerpo Como un Todo:*

La dosis letal absoluta se abrevia LD-LD<sub>50</sub> es la dosis absorbida que causa la muerte en 50% de la población expuesta.

## **SÍNTOMAS CLINICOS DE LA RADIACIÓN**

### *Sistema Circulatorio*

Las células sanguíneas circulantes tienen una vida media relativamente corta. Por ejemplo, los granulocitos y plaquetas son de cerca de tres días, de los linfocitos es de menos de 24 horas y aproximadamente de 120 días para los glóbulos rojos.

Consecuentemente los órganos formados de sangre (médula ósea y tejido linfático) deben reemplazar continuamente las células muertas de la sangre.

Las células inmaduras que se encuentran en la médula ósea son muy especializadas y se multiplican con gran rapidez. Estas células son relativamente radio



sensible, mientras que los glóbulos rojos maduros son radio resistentes. Esto no ocurre con los glóbulos blancos.

Dentro de las 24-48 horas siguientes a una dosis grande de radiación los linfocitos radio sensibles pueden desaparecer de la corriente sanguínea. La ausencia de estas células en la sangre continúa que son reemplazadas por células no dañadas.

### **Ojos:**

Después de la exposición a grandes dosis de radiación puede aparecer opacidad de los lentes. En el hombre una dosis de más de 200 RAD puede causar opacidad del cristalino (formación de cataratas). Además se puede producir atrofia de los lentes.

<b>Piel:</b>			
Tiempo después de exposición	Dosis Letal LD (650 RAD)	Dosis Letal LD <sub>50</sub> (450 RAD)	Dosis Subletal (100-200 RAD)
1era Semana	Náuseas, Vómitos en primeras 2 horas. Diarrea, Vómitos, Inflamación de boca y garganta.	Náuseas, Vómitos después de 2 horas. Síntomas no definidos.	Posibles Náuseas y Vómitos. Síntomas no definidos.
2da Semana	Fiebre, disminución rápido de peso.	Alopecia, anorexia, malestar general.	Síntomas no definidos.
3era Samana		Fiebre, enrojecimiento de boca y garganta.	Alopecia, anorexia, malestar general, dolor de garganta, palidez, sangrado, diarrea.
4ta Semana		Palidez, sangrado, diarrea, disminución rápida de peso, muerte (mortalidad arriba del 50%).	Recuperación.

La piel es altamente radio sensible. Varias horas después de una dosis de 400 RAD aparece eritema, posteriormente pueden aparecer úlceras y necrosis. La reacción



principal ocurre cerca de dos semanas después de la exposición y si la dosis es grande pueden producirse efectos graves.

### ***Huesos y Dientes:***

Los huesos y dientes son radio sensibles durante la etapa temprana de desarrollo y dosis menores de 500 RAD puede causar alteraciones en el crecimiento óseo y dental. Estos efectos son principalmente importantes durante la radioterapia en niños.

### ***Aparato Gastrointestinal:***

Una dosis menor de 50 RAD puede retrasar la división normalmente rápida de células que se encuentran en la mucosa intestinal. Este retraso puede causar irritación grave. En el hombre y la mujer las células que se convierten en células germinales maduras son radio sensibles. Estas células se vuelven sensibles durante las etapas tardías del desarrollo. Las dosis relativamente pequeñas de radiación pueden agotar el suministro de células germinales masculinas inmaduras y causar esterilidad temporal cuando el suministro de células germinales maduras comienzan a agotarse. La esterilidad persiste hasta que la población de célula madura es reemplazada.

La esterilidad permanente ocurre en la mujer secundaria a la muerte de la población completa de leucocitos inmaduros.

### ***Embrión y Feto:***

Antes de la implantación en el útero, un huevo fertilizado puede ser destruido con dosis mayores de 150 RAD.

Durante el período órgano génesis (2-6 semanas después de la concepción) las células inmaduras se están multiplicando rápidamente y el embrión es particularmente susceptible a las malformaciones inducidas por la radiación. El tipo de malformación depende de cuales son los órganos que están pasando a través del estado crítico del desarrollo.

La irradiación durante las etapas tardías del desarrollo fetal principalmente órganos que maduran posteriormente como los ojos, cerebro, SNC y gónadas.



### ***Efectos Somáticos Tardíos:***

Pueden ocurrir muchos años después de la exposición a la radiación. En caso de niveles bajos de exposición, estos efectos son observables sólo como estadística en la incidencia de ciertas condiciones tales como la leucemia y otras formas de cáncer.

Desafortunadamente no hay mucho conocimiento acerca de la relación entre los efectos de la exposición a bajas dosis y los efectos a largo plazo. Parece ser que la probabilidad (por persona por unidad de dosis) de un efecto tardío particular es relativamente pequeña. Sin embargo, cuando un gran número de dosis bajas de radiación, un número significativo de individuos puede estar afectado.

### ***Cáncer:***

La exposición crónica a la radiación puede iniciar el desarrollo de cáncer en una variedad de tejidos y órganos. El mecanismo para inducción de cáncer no está claro. Por ejemplo, se ha asociado el desarrollo de cáncer de hueso en trabajadores que se dedican a pintar carátulas de reloj con pintura fluorescente de radio, además se ha visto que los pioneros de la radiología, técnicos y dentistas han desarrollado varios tipos de cáncer. En particular, una serie de casos de cáncer de piel han sido atribuidos a la irradiación de las manos mientras sostienen las placas fotográficas durante la exposición. También, un aumento en la incidencia de cáncer de pulmón se ha reportado en mineros que trabajan con uranio los que han inhalado partículas radioactivas que se alojan dentro de los pulmones. Los japoneses sobrevivientes de la bomba atómica por su parte, han presentado un marcado aumento de leucemias y otras formas de cáncer. Una gran variedad de neoplasias han sido observadas mucho tiempo después que la persona ha sido tratada con radioterapia. Varios estudios han repositado una correlación entre leucemia infantil e irradiación del feto durante el examen pélvico de la madre a dosis de 1-5 RAD. Estos hallazgos junto con el hecho de que el embrión y el feto son extremadamente sensibles a la radiación, han impulsado a la creación de una regla que se aconseja que los estudios radiológicos selectivos que involucren la región pélvica de mujeres potencialmente embarazadas deben ser llevadas a cabo solamente dentro de los 10 días siguientes al inicio de la menstruación.

### ***Acortamiento de la Vida:***

La muerte temprana se ha atribuido al envejecimiento temprano acelerado en animales irradiados y ha sido claramente demostrado en experimentos de laboratorio cuidadosamente controlados. Si estos efectos ocurren o no en el hombre, es todavía cuestionable.

Un estudio de la edad promedio de muerte de los radiólogos no ha demostrado disminución en el promedio de vida en comparación con médicos sin exposición ocupacional a la radiación. A pesar de esto, se estima que la reducción de vida en el hombre varía de 1-30 días por RAD recibido, siendo el rango más citado de 5-10

días/RAD. Se cree que esto varía según la edad a la que se recibe la radiación pero que se necesita una dosis crónica de 1 RAD/día para que ocurra este efecto.

### ***Efectos Genéticos:***

La información genética portada por cada espermatozoide o huevo puede ser alterada, reajustada u omitida de los genes de los cromosomas en las células germinales. Esto dará lugar al desarrollo de mutaciones que se transmitirán a las generaciones siguientes. De aquí que la irradiación innecesaria de las gónadas deba evitarse mediante el uso del protector gonadal.

#### **Hallazgos patológicos en la lesión por Rayos X:**

- Ulcera crónica obstructiva en aparato digestivo.
- Ulcera en piel.
- Depilación.
- Necrosis ósea o cartilaginosa.
- Anemia, leucopenia o depresión de la médula ósea.
- Daño vascular como telangiectasias y obstrucción.
- Hialinización de la colágena y aumento de sustancia intracelular.
- Atrofia parcial o desaparición de algunas células con fibrosis.
- Quemaduras.
  - Grado I - Depilación temporal y eritema.*
  - Grado II - Ampollas.*
  - Grado III - Necrosis.*
- Aberraciones cromosómicas.

### ***Efectos por Dosis.***

Dosis	Efectos
100,000 r	Convulsiones Espásticas, muerte en segundos.
10,000 r	Alteración de la función del SNC. Muerte en minutos u horas.
1,000 r	Necrosis de tejido progenitor; 100% muerte en 30 – 60 días.
100 r	Leve enfermedad de la radiación.
10 r	Poco o ningún efecto.
10 r/día	Debilitamiento en 3 – 6 semanas. Muerte en 3 – 6 meses.
1 r/día	Debilitamiento en 3 – 6 meses. Muerte en 3 – 6 años
0.1 r/día	Rango permisibles de 1930 – 1950.
0.01 r/día	Rango permisible de 1957.
0.001 r/día	Radiación natural.

### ***Usos de las Radiaciones en Medicina***

Las exposiciones en medicina se refieren a la exposición de individuos sometidos a exámenes médicos o tratamientos con radiaciones.



Los objetivos de las prácticas médicas son: exámenes o tratamientos directamente relacionados con enfermedad: exámenes sistemáticos efectuados para el descubrimiento precoz de enfermedad de poblaciones o para comprobaciones periódicas del estado de salud; exámenes que forman parte de la vigilancia médica de trabajadores o efectuados con fines médico – legales o de seguro; exámenes o tratamiento como parte de un programa de investigación médica.

### Exámenes o Tratamientos Directamente Relacionados con Enfermedad

La decisión sobre si un examen imparte cierta radiación a un paciente es con frecuencia, responsabilidad del médico que refiere al paciente y otras veces, del que efectúe el examen.

En, cualquier caso, sin embargo, es importante que la decisión se base en la evaluación correcta de las indicaciones del examen, de la responsabilidad de que los resultados afecten al diagnóstico y que se haga esta evaluación en el conocimiento de las propiedades físicas y efectos biológicos de la radiación.

En las exposiciones terapéuticas, las dosis absorbidas por los órganos son, en general mucho mayores y tanto los peligros de la exposición como los beneficios del tratamiento se deben evaluar de manera cuantitativa.

### *Exámenes Sistemáticos*

Algunos reconocimientos médicos efectuados periódicamente, sin relación con alguna enfermedad concreta, pueden requerir algunos exámenes radiológicos. Su justificación depende de la probabilidad de obtener información útil y de la importancia de ésta para la salud del individuo.

La justificación para estos exámenes en el descubrimiento precoz de enfermedad en poblaciones, debe basarse en el balance entre las ventajas para los individuos y el daño que puedan ocasionar dichos exámenes.

### Exámenes Para la Vigilancia Médica de Trabajadores con Fines Médicos Legales

Los exámenes efectuados para evaluar la aptitud de un individuo para el trabajo, para obtener información con fines médico – legales o para evaluar el estado de salud de un beneficiario de un seguro pueden representar ventajas directas o indirectas para el individuo examinado, pero también para la empresa, terceros y asegurador. Se deben considerar todo estos aspectos para evaluar la justificación de dichos exámenes.



### ***Exámenes Médicos***

Los exámenes o tratamientos que forman parte de un programa de investigación médica aportan a veces beneficios directos al individuo expuestos pero otros no. La irradiación deliberada de personal como fin de estas investigaciones que no persiguen el beneficio directo de las personas irradiadas, debe ser efectuada solamente por personas adecuadamente calificadas y adiestradas.

Tal irradiación se podrá únicamente con permiso de las autoridades a cargo de la institución donde se ha de efectuar la irradiación y de acuerdo a normas locales y nacionales, se debe informar a las personas implicadas de los riesgos estimados de la irradiación.

Cuanto más elevada sea la dosis, más rigurosos deben ser los requisitos sobre las condiciones para obtener auténticos voluntarios y sobre su capacidad de comprender el riesgo.

### ***Indicación Para el Uso del Radiodiagnóstico***

En los últimos años, ha habido muchos adelantos en los métodos de diagnóstico por imagen, entre los cuales tenemos: Tomografía Computalizada, el Ultrasonido y los Métodos de la Medicina Nuclear. Estos métodos son preferidos ya que, últimamente, con ellos se pueden visualizar órganos que con técnicas radiográficas no se pueden hacer y son menos usados que éstos.

Pero en general el juicio del médico y del radiólogo, de que el examen radiológico propuesto pueda producir un beneficio neto al estudio, constituirá normalmente la "justificación" de la exposición ante el rayo X.

Últimamente se están desarrollando criterios más específicos para el empleo del radiodiagnóstico, tanto en lo que se refiere a las condiciones como a contraindicaciones.

Las siguientes son algunas de las indicaciones en las que se hace uso de Radiografías:

1. Urografías excretoras en niños: para evaluar el retraso en su desarrollo.
2. Reducción sistémica de fracturas bajo radiografías, y control post – reducciones.
3. Radiografía de senos paranasales.
4. Radiografía de cráneo en caso de traumatismos.
5. Radiografía pre-operatoria sistemática del tórax.
6. Pelvimetría.



## 7. Enema de Bario.

### *Tipos de Rayos X*

1. Exámenes de Tórax: dichos exámenes representan una producción muy elevada y por lo tanto una fracción importante en las dosis que recibe la población en el Radiodiagnóstico.

En muchos casos se siguen utilizando campos de radiación excesivamente grandes, a veces insuficientemente amplios como para incluir gónadas, esto es a consecuencia de la no regulación del haz de luz del aparato llamado "Colimador Multiplano (Diafragma Ajustable)" que es más útil cuando tiene localizador luminoso.

2. Exámenes en embarazadas: además del riesgo que implica esto para la madre, es mucho mayor para el feto. No se deben hacer estudios de Rayos X antes de los 5 meses, y se debe hacer prueba de gravindex a toda mujer que tenga diez días de retraso de menstruación. Pero en general no se usa durante el embarazo. En caso de que deba hacerse una radiografía de tórax o de otra parte del cuerpo, se deben tomar muchas precauciones como blindaje correcto de región abdominal y se deben usar dosis menores de 10 uGy.
3. Mamografía: la vigilancia radiográfica de mujeres asintomáticas mayores de 50 años pueden ser útiles en la detección de cánceres pequeños (5 mm) y es conveniente que se utilicen dosis mínimas.
4. Radiografía Dental: esta exige una atención particular, porque es practicada extensamente por los radiólogos o personal especializado, y por que muchos exámenes consisten en series de exposiciones radiográficas traslapadas. La mayoría de los afectados por esto son los niños y los jóvenes.

Los rayos X en odontología deben hacerse sólo después de un examen completo y una historia clínica, además, se debe saber si el paciente de rayos X tiene exposiciones anteriores y no deben hacerse rutina en cada visita, sino que con base a las indicaciones concretas. No se debe utilizar equipo de rayos X en odontología ya que para esta rama, hay equipos especiales que dirigen el haz de rayos más específicamente y utilizando películas intra orales.

5. Radiografías en la cabecera de los enfermos y en los quirófanos: los exámenes radiológicos realizados fuera de las instalaciones fijas, con frecuencia son difíciles, y en consecuencia, representan mayor riesgo potencial de exposición innecesaria de los pacientes, en estos casos el técnico debe de ser muy cuidadoso en asegurar que el haz este correctamente alineado, y de utilizar equipo móvil de escasa potencia, lo que puede producir una tendencia de acortar la distancia foco-piel y quitar filtros para obtener radiografías satisfactorias. A pesar del



incremento de radiación al paciente, actualmente existen equipos portátiles que mejoran la calidad de la placa y disminuyen la exposición del paciente a los rayos X.

6. Radiología Pediátrica: la radiología en niños difiere en muchos aspectos de la de los adultos.

La mayor esperanza de vida de los niños crea también un potencial mas elevado para que se manifiesten los efectos nocivos de la radiación. Los niños son mas radio sensibles, y menos cooperadores, y esto condiciona una mala calidad de la radiografía y él tener que repetir, las misma, por consiguiente una mayor exposición a la radiación. Pero para contrarrestar este problema, se utilizan unos dispositivos mecánicos para inmovilizar bebes.

El radiólogo tiene la responsabilidad de controlar todos los aspectos de la ejecución y extensión de los exámenes radiológicos, debe de aconsejar sobre la pertinencia de los exámenes radiológicos propuestos y sobre las técnicas a utilizar en relación al problema clínico planteado.

En circunstancias ideales en un paciente en quien se considera efectuar un estudio radiológico, tiene que ser evaluado por un medico mediante historia clínica, examen físico y análisis de laboratorio, según sea necesario. Luego de haber comparado los beneficios potenciales contra los riesgos, el paciente es referido al radiólogo, tomando en cuenta que debe de ir bien claro en la solicitud, describiendo el problema del paciente e indicando los objetivos clínicos de forma que el radiólogo, puede efectuar correctamente el examen, y el medico debe de abstenerse de pedir exámenes de rutina que no estén basados en indicaciones clínicas. La observancia de estas normas contribuirá a garantizar el beneficio de los métodos radiológicos según implica la "OMS" como sigue:

1. La confirmación o eliminación de un problema sospechado.
2. El descubrimiento de un problema insospechado. Esta información puede conducir a la mejor estimulación del pronostico, a decisiones sobre el tratamiento, e idealmente, a una reducción de la morbilidad y la mortalidad.

Examen	Útero Feto
Costillas	0.005
Columna Dorsal	0.006
Colecistograma	0.05
Columna Lumbar	4.08



Esófago, Estómago	0.48
<u>Radiografía Simple</u>	
Abdomen	2.63
Enema de Bario	8.22
Columna Lumbosacra	6.39
Pielografía Intravenosa	8.14
Pelvis	1.94
Cadera (una)	1.28
Columna Completa	1.28

### LIMITE RECOMENDADOS EN LA EXPOSICIÓN A RADIACIÓN EXTERNA

REM = es considerado que produce igual daño que RAD 1r de Rayos X Ordinario.

*Mal praxis en Radiología.*

DOSIS A LOS ORGANOS EN EXAMENES RADIODIAGNOSTICADOS									
Dosis en Miligray									
Examen	Cuerpo Entero	Tiroide	Med. Varón	Osea Mujer	Púlmon		Gónadas		Mama
					Varón	Mujer	Varón	Mujer	
Tórax	0.058	0.065	0.04	0.03	0.19	0.02	*	*	0.14
Cráneo	0.37	2.22	0.31	0.31	0.02	0.02	*	*	*
Columna Cervical	0.23	4.04	0.11	0.11	0.14	0.14	*	*	*
Costillas	1.01	1.54	0.49	0.42	3.24	2.96	*	0.004	4.11
Hombro (1)	0.10	0.58	0.06	0.06	0.39	0.27	*	*	0.77
Columna Dorsal	0.70	0.75	0.32	0.32	2.63	2.65	*	0.006	2.76
Colcistograma	0.85	0.01	0.66	0.66	1.76	1.76	*	0.06	*
Col. Lumbar	2.72	0.003	1.26	1.26	1.33	1.33	0.07	4.05	*
Esófago Estómago	2.16	0.07	1.14	1.14	5.32	4.76	0.004	0.45	0.53
<u>Radiografía Simple</u>									
Abdomen	0.99	*	0.48	0.48	0.12	0.12	0.16	2.12	*
Enema de Bario	3.96	0.002	2.98	2.98	0.48	0.48	0.58	7.87	*
Columna Lumbo Sacra	3.86	*	2.24	2.24	0.35	0.35	0.43	6.40	*
Pielografía Intravenosa	2.69	*	1.16	1.16	0.35	0.35	0.49	6.36	*
Pelvis	0.68	*	0.27	0.27	0.011	0.011	0.57	1.48	*
Cadera (1)	0.39	*	0.17	0.17	*	*	3.68	0.78	*
Columna Completa	0.81	2.71	0.35	0.35	1.149	1.17	0.10	1.00	2.34
Mamografía	*	*	*	*	*	*	*	*	7.66

\* Insignificante con respecto a las dosis absorbidas en otros órganos



## DOSIS RECIBIDAS POR EL FETO EN EXAMENES RADIODIAGNOSTICOS

Debido a los casos que se han suscitado, la mal praxis en Radiología ha cobrado importancia en los últimos tiempos.

En países como Estados Unidos esta situación es más relevante. En Illinois, con una población de 6 millones, se dieron 3.200 juicios por mal praxis en el período de 1975 a 1980, y nos muestran las causas por las cuales se planteó la demanda.

Quinientos de estos juicios eran contra radiólogos y personal de radiología. Las siguientes tablas muestran los resultados del trabajo:

### Lesiones por terapia radioactiva.

Radiaciones de la glándula tiroides en la niñez	46.
Desarrollo del carcinoma luego del tratamiento	7.
Otros	



**DOSIS MEDIDAS EN LOS ORGANOS EN DIFERENTES EXAMENES  
RADIODIAGNOSTICOS EN SUECIA**

Examen	Testículos	Ovarios	Med. Osea	Mama	Pulmón	Tiroides
Cadera y Fémur	15	3.7	2.5	0.05	0.1	0.01
Pélvis	3.1	1.9	1.9	0.05	0.1	0.01
Lumbo-Sacra	1	1.8	1	0.05	0.1	0.01
Columna Lumbar	1.8	6.2	4.1	1.2	1	0.16
Urografía	3.3	8.8	2.4	5.4	1	0.38
Pielografía	13	8	3	5	1	0.5
Uretrocistografía	20	15	3	0.2	0.2	0.05
Estomago y Duodeno	0.16	0.56	4.2	1	0.5	0.29
Colon	5.3	7	9.4	0.27	0.2	1.1
Abdomen	2	2	3	0.11	0.2	0.03
Colecisto, Colografía	0.06	0.24	1.5	0.15	0.1	0.03
Columna Dorsal	0.2	1	4.7	1.7	8	13
Pulmones	0.03	0.03	0.29	0.55	0.8	0.17
Cabeza, Senos	0.01	0.01	1.22	0.1	0.1	7.9
Angiografía Cerebral	0.1	0.1	15	0.1	0.1	3
Dental (intraoral)	0.0001	0.0001	0.01	0.005	0.001	0.03
Pierna, Rodilla	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.01
Brazo	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.01

**Protección**

**Personal y Conocimientos Necesarios**

**Exposición**

Academia Nacional de Ciencia  
Consejo Médico Británico

Comité Nacional de Protección  
a la Radiación

Ocupacional

Órganos Críticos . 3.9 rems / 13 semanas  
Incluyendo el cuerpo 50 rems / 0-30 años  
Entero, cabeza, tronco 100 rems / 0-40 años  
Órganos activos formadores 200 rems en la vida  
De sangre, gónadas.

3 rems / 13 semanas  
5 rems / año  
18 rems / 5 años  
60 rems / 18-30 años  
110 rems / 18-40 años



Piel de todo el cuerpo Y cristalino.		6 rems / 13 semanas 18 rems / 10 años
Extremidades		25 rems / 13 semanas 75 rems / 1 año
<u>No Ocupacional</u> Individuos en vecindad Con áreas controladas.		0.5 rems / 0-30 años
Población general	10 rems / 0-30 años 5.7 rems / 0-30 años	10 rems / 0-30 años 3.3 rems / década

El número de distribución de los exámenes radiodiagnósticos y por consiguiente, el total de las exposiciones a las radiaciones, están bajo influencia directa del juicio clínico y de la atención ejercida por los usuarios. Por estas razones, si se presta mayor atención a las indicaciones para el empleo de las radiaciones, se puede conseguir una reducción significativa de la exposición de pacientes individuales. El desarrollo de un juicio clínico en radiodiagnóstico requiere programas de formación para estudiantes de medicina y odontología.

La siguiente declaración, de la Publicación 33 de la CIPR, es fundamento entre las condiciones con respecto a la protección del paciente: "Ninguna persona podrá utilizar equipo radiológico sin poseer la competencia técnica necesaria, o efectuar procedimientos radiológicos que utilizan o supervisan la operación de Equipos de Rayos X y que por ello asumen la responsabilidad de los aspectos técnicos de la protección del paciente".

Como hay muchas disciplinas que compiten por el tiempo de enseñanza de estudiantes de medicina, los radiólogos deben planear cursos breves para discutir y demostrar la seguridad radiológica. En las presentaciones de radiología clínica se deben entrelazar constantemente los conceptos de eficacia y seguridad radiológica.

La principal obligación de los técnicos radió grafos consiste en efectuar exámenes radiográficos bajo la supervisión de un medico calificado, generalmente un radiólogo. Por consiguiente, los técnicos ocupan una posición clave con respecto a la protección de paciente.

Las enfermeras participan con frecuencia en muchos exámenes radiológicos, así como en la preparación de los pacientes para dichos exámenes. Por consiguiente, es deseable que se incluya en su enseñanza la suficiente información sobre los aspectos pertinentes con respecto a la ejecución de exámenes radiodiagnósticos.



Los físicos (físico-médico, radio físico o físico hospitalario) deben participar en la planificación de la protección, en la selección del equipo adecuado y en las inspecciones y vigilancia subsiguientes.

### ***Factores Físicos y Técnicos en la Protección del Paciente***

El nivel de exposición de un paciente a las radiaciones depende de muchos factores físicos y técnicos. Entre los factores que conducen a una reducción de la exposición se incluye la eliminación de la radiación que no contribuye a la formación de la imagen útil y la selección correcta del sistema receptor adecuado a los requisitos para el diagnóstico de cada uso particular.

Se deben efectuar inspecciones periódicas de todos los equipos de radiodiagnóstico como parte del programa de garantía de la calidad de la instalación radiológica.

Para reducir al mínimo la dosis de radiación al paciente, y retener al mismo tiempo toda la información clínica importante, se debe optimizar la selección de la energía de los Rayos X, forma de la onda, forma y dimensiones del foco de rayos, filtración del haz, métodos y dispositivos para reducir la radiación dispersa y la combinación película-hoja de refuerzo.

En las secciones siguientes se discute el efecto de varias mediadas técnicas sobre la protección del paciente y se dan orientaciones con respecto a la práctica adecuada.

### **Divergencia del Haz de Rayos X**

En radiografía y radioscopia con aparatos móviles la distancia foco-piel no debe ser inferior a 30 cm en radiografía y radioscopia con aparatos fijos la distancia foco-piel debe ser inferior a los 30 cm y no debe ser menor de 45 cm en condiciones ideales.

La radiografía del tórax se debe efectuar a una distancia foco-receptor de por lo menos 120 cm.

La ampliación radiográfica es útil cuando se desea obtener más detalle que el que se consigue con los métodos convencionales. La mayor proximidad del paciente al tubo de rayos X en la ampliación radiográfica también implica un aumento en la dosis al paciente. Parte de ese aumento debe ser compensado por el hecho de que no se emplea en general una parrilla antidifusora en la ampliación radiográfica. A pesar de que la dosis medida absorbida será mayor a una distancia foco-piel más corta, la energía total absorbida no aumentará ya que el volumen de tejido irradiado es con frecuencia menor. Esto sucede porque el tamaño del campo utilizado para la ampliación radiográfica es a menudo menor que en la radiografía convencional.



### ***Calidad de la Radiación***

La calidad de la radiación es una medida del poder de penetración de un haz de Rayos X, que depende de muchos factores, los más importantes son el voltaje máximo (pico) aplicado al tubo de rayos X, la forma de la onda de alta tensión y la filtración del haz de rayos.

### ***Voltaje del Tubo***

Cuando más elevado sea el voltaje aplicado al tubo de rayos X, más penetrante será el haz de radiaciones. De ahí que la dosis requerida en el receptor de imagen se obtiene con una dosis superficial menor que con voltajes más bajos. Sin embargo, a voltajes mas altos, el contraste entre hueso y tejido disminuirá y habrá mas radiación dispersa que alcance órganos situados fuera del haz primario de radiación. Si las gónadas están situadas en el haz primario de radiación, la dosis en los testículos es también reducida pero la influencia sobre la dosis en los ovarios es mucho menor porque están situados a mucho mayor profundidad.

### ***Filtración***

La filtración a través de la ventana del tubo (y otras partes de la coraza del tubo), se llama filtración inherente. En la mayoría de los tubos de rayos X disponibles comercialmente esta filtración equivale a 0.5-2 mm de aluminio. Cualquier situación complementaria del haz se llama filtración añadida. La suma de las dos filtraciones se llama filtración total y en muchos países es obligatorio que el fabricante indique sobre la coraza porta tubo a un voltaje e intensidad determinada, el empleo de un filtro conduce una reducción considerable de la dosis en la piel y también aumenta la penetración del haz.

Debe señalarse que cuando se aumenta el voltaje y la filtración se reducen generalmente las dosis de radiación a la región del paciente incluida en el haz, para que una dosis de salida determinada, debido al incremento en el poder de penetración de las radiaciones. Al mismo tiempo, sin embargo, se reduce el contraste radiográfico, especialmente en huesos. Las técnicas de kilo voltaje y elevada filtración son adecuadas en casos donde no es importante el contraste en hueso; por ejemplo, estudios en los que se utiliza aire u otro gas como medio de contraste y el la radiografía del torax. Con excepción de los estudios con doble contraste, el contraste de los estudios con bario es tan grande que se puede utilizar técnicas de alto kilo voltaje para reducir la dosis.

### ***Tamaño del Campo***

Entre los métodos técnicos más importantes para limitar la irradiación del paciente figuran el empleo de un campo con las mínimas dimensiones practicas y su ubicación exacta. La reducción del campo a las dimensiones mínimas es beneficiosa al paciente.



Esta reducción en el tamaño del campo disminuye el total de energía radiante impartido al paciente y, casi indefectiblemente, las dosis a las gónadas y la médula ósea. También reduce la cantidad de radiación dispersa que alcanza la película, mejorando por consiguiente la calidad de la imagen.

En muchas proyecciones radiográficas, las gónadas (masculinas principalmente) pueden mantenerse fuera del haz centrado cuidadosamente y ajustando el campo para irradiar solo el área de interés. Por ejemplo, en la urografía de varones. Una técnica defectuosa en la radiografía de tórax, puede dar lugar a la radiación de las gónadas femeninas y aun a las masculinas.

#### Las gónadas al radiografiar otras regiones del cuerpo.

Por ejemplo, al radiografiar la mano, el paciente puede estar sentado de tal forma que el haz primario no este dirigido a la mano y a las gónadas al mismo tiempo.

## **BLINDAJE**

### ***Protección de los Pacientes***

La protección de área concretas, especialmente las gónadas, pero también el cristalino del ojo. La protección de las tiroides es probablemente impracticables en radiodiagnóstico excepto en radiografías dentales.

### ***Protección de las Gónadas***

Se debe utilizar blindaje de las gónadas cuando no interfiera en el diagnóstico radiológico. La reducción de la radiación impartida a las gónadas tiene cierto valor cuando se considera el patrimonio genético completo.

Las gónadas de individuos fecundos deben de ser protegidos si están dentro del haz primario a menos de 5 cm del mismo. El empleo de blindaje en las gónadas de varones pueden reducirse las dosis a las mismas en un 95% cuando están situadas en el haz directo. La reducción en las mujeres es menor (50% aproximadamente). El resto de la dosis a las gónadas es debido a la dispersión interna de la radiación y no puede producirse. Otro problema en las mujeres es que la situación de las gónadas es variable, así tenemos que la mayoría de las mujeres están situadas dentro de la cavidad pelviana, pero en las niñas puede alcanzar la región lumbar.

En la mayoría de los exámenes radiográficos del abdomen, como en los de la columna lumbar, pelvis y urografía excretora se puede proteger las gónadas masculinas. En la mujer no es posible ya que la región de las fónadas es con frecuencia de importancia diagnóstica pues contiene los uréteres, colon y otras estructuras importantes. En la mujer



se puede emplear blindaje en los estudios de seguimiento, como es el caso de enfermedades de la cadera o en la escoliosis.

Existen tres tipos básicos de blindaje gonadal, que son blindaje de contacto, productores de sombra y modelados de contacto. Estos blindajes deben de tener un equivalente en plomo de por lo menos 0.5 mm. Los blindajes de contacto son sencillos y baratos. Consiste en trozos de laminas de plomo, o goma plomada sobre las gónadas. Los blindajes tienen su máxima eficacia cuando el paciente está en decúbito supino.

Los blindajes productores de sombra son blindajes radiopacos que se colocan entre el tubo de rayos X y el paciente pero no en contacto con este. Estos blindajes son fáciles de utilizar cualquiera que sea la posición del paciente.

Solo se dispone de blindajes modelados de contacto para varones. Consiste en una especie de concha de plomo o de goma plomada que puede colocarse recubriendo los testículos o dentro de un par de calzoncillos.

### ***Protección del Ojo***

En algunos exámenes radiográficos las dosis al cristalino puede acercarse a 0.2-0.3 Gy. Esta dosis es considerablemente inferior a la dosis que pueda causar cataratas, pero el blindaje del ojo puede tener cierto valor en estudios múltiples que conlleven a impartir dosis elevadas, como la angiografía cerebral y la tomografía del peñasco. Se puede conseguir una reducción considerable en la dosis del ojo utilizando un blindaje de plomo. En angiografía, Bergston y col. pudieron reducir la dosis de radiación al ojo a 1/10 del valor sin blindaje utilizando anteojos plomados especialmente diseñados. A pesar de que solo se puede utilizar blindaje ocular en ciertos tipos de tomografías del oído (planografía) no se puede utilizar en la tomografía lineal por que el blindaje proyecta sombras que se superpone a la imagen. Un método para proteger el ojo en tomografía, más sencillo y eficaz, consiste en utilizar la proyección PA en vez de la AP. De esta forma la dosis al ojo se reduce 1/20.

### ***Protección Personal***

Al momento del examen radiográfico, no solo el paciente se ve afectado sino también el personal ejecutor del examen. Por consiguiente se han implementado medidas de protección para el paciente y para el personal.

Contando actualmente con medidas de protección para el personal como ser: delantal de plomo, guantes emplomados, anteojos con vidrios emplomados, dosímetro de radiación para ver la cantidad de RADS recibidos y así poder comparar con la dosis standard.



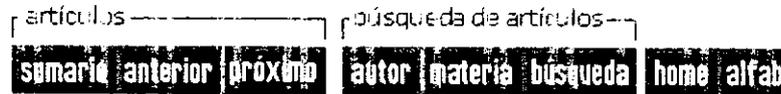
### ***Protección del Medio Ambiente***

El cuarto o campo que ocupa el aparato de rayos X deben reunir por lo menos los siguientes requisitos:

- a. Puertas emplomadas.
- b. Puertas con marcos de metal.
- c. Paredes con repello de barita.
- d. Vidrios emplomados.
- e. Luces de protección; estas tienen que estar conectadas con el aparato de rayos X y cuando esté funcionando, se encenderán en la pared externa del cuarto de radiografía evitando de esta manera la deambulación del personal o gente particular frente al cuarto en el cual, en ese momento, el aparato está en función.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Claus, Walter, Radiation Biology and Medicine. Addison / Wesley, Reading, 1957, 942p.
- Hendee, William et. Al Radiologic Physics, Equipment and Quality Control. Yearbook Medical, Chicago, 1984, 289p.
- Lindall, B. Radiation and Health. Who Bulletin, 1987 65 (2): 139.
- Thomas, Ralph y Victor Perez Mendez. Advances in Radiation Protection and Dosimetry in Medicine. Plenum Press, NY 1987, 658p.



Avances en Odontostomatología  
ISSN 0213-1285 versión impresa

Av Odontostomatol v.21 n.1 Madrid ene.-feb. 2005

Como citar este artículo

→download el artículo en el formato PDF

## Manejo de las radiaciones ionizantes en instalaciones dentales españolas: intraorales y panorámicos

Jodar S\*, Alcaraz M\*\*, Martínez-Beneyto Y\*, Pérez L\*, Velasco E\*\*\*, López M\*

### RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar las características de la radiología dental en la Comunidad Autónoma de Murcia, con el propósito de poder evaluar el grado de cumplimiento de las recomendaciones Oficiales de la Unión Europea. Para ello se estudian 1822 informes oficiales de control de calidad en radiodiagnóstico dental intraoral y 157 pertenecientes a exámenes panorámicos durante cinco años consecutivos. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que un tercio de los equipos dentales intraorales revisados presentan averías en su funcionamiento y un 6'24% en el caso de los panorámicos. Solamente un 63.54% de las instalaciones intraorales cumplirían con las recomendaciones oficiales al emplear equipos modernos que funcionan a 70 kVp, 8 mA, 20 cm. de distancia foco piel y 1.5 mm de Al. Se ha producido un descenso del 11.53% en las dosis medias administradas a lo largo del estudio, aumentando la empleada con aparatos panorámicos. La entrada en vigor de esta nueva legislación ha supuesto un descenso en las dosis medias de radiación administradas a los pacientes tras los cinco años de evolución analizados aunque se sigue incumpliendo las recomendaciones oficiales europeas sobre Protección Radiológica.

**Palabras clave:** Radiodiagnóstico, radiografía dental, dosis medias de radiación, control de calidad.

### ABSTRACT

The aim of the study was to determinate Dental Radiology behaviour in Murcia Community to control the European Union Recommendations. 1822 official reports on quality assurance in intraoral radiology and 155 official reports on panoramic radiology have been studied.



individual media en Odontología resulta ser el doble que la producida por el radiodiagnóstico general: 1.12 mSv/año en Odontología frente a 0,69 mSv/año en radiodiagnóstico general.

Todo ello constituye una situación radicalmente opuesta a la percepción del riesgo en Odonto- Estomatología percibido por los propios profesionales respecto de la situación actual, ya que las personal controladas que más se irradian en el empleo de rayos X con fines médicos lo constituyen los trabajadores que desarrollan su actividad profesional en Odontología.

En síntesis, podría decirse que la actividad del odonto- estomatólogo español durante décadas ha sido la de asumir un riesgo frente a las lesiones inducidas por radiaciones ionizantes de la utilización de sus equipos de rayos X prácticamente nulo, sobre todo en base a su suposición de recibir escasísimas dosis de rayos X como consecuencia de su trabajo. Actitud, que se traslada con facilidad al personal que trabaja bajo sus ordenes en las clínicas dentales, y como consecuencia se refleja en el trato y actitudes de protección radiológica con sus pacientes.

Sin embargo, los resultados que se van obteniendo durante los últimos años ponen de manifiesto que los profesionales del radiodiagnóstico dental son los que más se irradian de todo el radiodiagnóstico médico contribuyendo de una forma muy significativa a la dosis colectiva de la población y constituyendo de forma sorprendente y significativa los casos de trabajadores que pueden superar las dosis máximas permitidas para los Trabajadores Profesionalmente Expuestos.

En el año 2002 se asume una población de 39,8 millones de españoles, con 109.520 médicos especialistas de los que 7.064 son médicos especialistas encargados de los diferentes procedimientos radiológicos médicos. Junto con ellos se establece en 12.414 el número de Odontólogos y Estomatólogos en nuestro país, que supone 1 odontólogo/ 3.206 habitantes.

El número de equipos de radiodiagnóstico general se sitúa en 14.411 equipos de los que 7.327 son equipos de rayos X dentales por los que suponen el 50,8% de todos los equipos de radiodiagnóstico.

Sin embargo, el número debe ser significativamente mayor porque:

- El 95% de las instalaciones radiológicas dispone de un equipo de radiología intraoral.
- Un significativo número de instalaciones tiene más de un equipo de radiología dental.
- Numerosos odontólogos son a nivel privado, responsables de más de una instalación que dispone instalación radiológica.

En nuestro país, el número de exploraciones o exámenes anuales de radiodiagnóstico se ha situado en 25.058.622, lo que supone una tasa de 629 exámenes /1000 habitantes (3,4).

Junto con ello, el número de exploraciones de radiodiagnóstico dental que se realizan en España se ha establecido en 5.226.823/30.285.445. Considerando este valor como correcto, el número de exámenes dentales sería de 131 exploraciones /1.000 habitantes. Sin embargo, tampoco parece una cifra que pueda coincidir con la realidad de la actuación profesional odontológica ya que significaría que cada odontólogo que se dedica profesionalmente a su ocupación y considerando profesionalmente expuesto, con todas las responsabilidades que ello implica realizar 1.1 radiografía/día.

A pesar de todo, se ha aceptado internacionalmente que los bajos niveles de dosis que individualmente se administran a los pacientes dentales se ven influenciados significativamente por los equipos y las técnicas empleadas y por las medidas de control de calidad utilizadas en cada instalación (1).

Nuestro estudio va a permitir el análisis de forma individualizada de la actuación radiológica de una total de 1.822 informes oficiales de instalaciones radiológicas



Título: **ANALISIS DE LAS INCIDENCIAS BIOLÓGICAS EN LAS INSTALACIONES ESTOMATOLÓGICAS. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

Material proporcionado por:

**Lic. Liudmila Beltrán González**

Profesor Instructor Adjunto de la Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya".  
Especialista de Seguridad Biológica de la Delegación Territorial del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente-Holguín. Cuba.  
**email:** liuda@ctmahlg.holguin.inf.cu

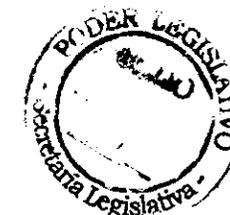
**Dra. en Estomatología. Liset Beltrán González**

Policlínica Santa Lucía. Rafael Freyre. Holguín. Cuba.



Acción cancel

Internet Explorer no pudo ver que la página no esté dispon



Pruebe lo siguiente:

- Haga clic en el botón tarde.
- Si ha visitado antes e almacenado en su eq continuación en **Trab**
- Para obtener más inf conexión con Interne a continuación en **Co**

Internet Explorer



Acción cancelada

Internet Explorer no pudo vincular a la página Web sol que la página no esté disponible temporalmente.

Pruebe lo siguiente:

- Haga clic en el botón Actualizar o vuelva a i tarde.
- Si ha visitado antes esta página y desea ver el almacenado en su equipo, haga clic en **Archiv** continuación en **Trabajar sin conexión.**
- Para obtener más información acerca de la exn

que el odontólogo es el personal más propenso a ser afectado por los agentes biológicos.

Palabras claves: Bioseguridad en odontología, Seguridad Biológica en odontología, normas de Bioseguridad en estomatología.

Resumen

El trabajo aborda los diferentes tipos de riesgos a que está expuesto el personal que trabaja en las instalaciones médicas donde esta presente el riesgo biológico. Para este estudio se tomó un grupo de instalaciones inspeccionada apreciándose que la causa fundamental son las salpicaduras de sangre. Además, se da a conocer cuales son las enfermedades más frecuentes para el trabajador expuesto directamente al riesgo biológico asociados con el agente biológico y el área de trabajo. La finalización de este trabajo permite conocer que deben continuarse extremando las medidas de seguridad hacia los trabajadores para mitigar el número del personal dañado, teniendo en cuenta



### Introducción

En los últimos años nuestra provincia ha tenido un aumento en el número de instalaciones con riesgos biológicos en el sector de la salud; esto ha traído consigo un incremento en el número de empleados afectados, lo cual hace que aumente la preocupación por riesgo de infección del personal que este expuesto directamente al riesgo biológico; lo que ha llevado a un debate a fondo sobre los criterios de Seguridad correspondiendo estas funciones a la Seguridad Biológica que no es más que un conjunto de medidas científicas- organizativas y técnicas ingenieras con el objetivo de evitar el escape de aerosoles con material infeccioso que pudieran estar presentes, de proteger al trabajador de la instalación cuando se manipulen agentes biológicos patógenos al hombre o que puedan provocar efectos alérgicas durante reiteradas y prolongadas exposiciones; de disminuir al mínimo los efectos que se puedan presentar y eliminar rápidamente sus posibles consecuencias.

En estas instalaciones están presentes un sin número de riesgos, que pueden en un momento u otro provocar un daño sobre el personal. En esta caso se considera como elemento fundamental a controlar el riesgo de los trabajadores y el medio ambiente; por lo general en este tipo de instalaciones se emplean sustancias químicas que pueden ser tóxicas, corrosivas, explosivas, oxidantes, inflamables, irritantes, narcóticas, radioactivas, cancerígenas, mutagénicas, teratogénicas.

El riesgo físico puede ser mecánico, térmicos, radiaciones, incendios, iluminación, ruidos o vibraciones, microclima y eléctricos.

El riesgo psicofisiológico se presenta por unas series de factores inherentes al ser humano como la aptitud y habilidad para el trabajo, el estado físico y psicológico, la capacidad intelectual, el entrenamiento laboral, la carga mental y física.

El empleador de una instalación para garantizar la seguridad del trabajo con riesgo biológico tiene que tener en cuenta el factor técnico y subjetivo (equipos de protección personal, sistemas de seguridad y quienes serán las personas que de una forma u otra intervendrán en estos procesos), pues las actividades implican riesgos, según los criterios de seguridad, deben cumplirse con un estado de alerta, sin la debida reflexión, con pleno conocimiento de causa y adecuado sentido de la responsabilidad.

Teniendo en cuenta que el personal más propenso a contraer enfermedades es el odontólogo, en nuestro trabajo prestaremos especial atención a ellos.

### Objetivos

#### *Generales:*

Analizar las incidencias biológicas en las instalaciones con riesgo.

#### *Específicos:*





1. Analizar las diferentes causas de contaminación en las instalaciones con riesgos.
2. Estudiar los principales factores de riesgo que afectan a los profesionales en las instalaciones con riesgo biológico.
3. Estudiar los principales agentes biológicos en las áreas que afectan al trabajador.
4. Analizar las principales áreas donde el odontólogo se expone al riesgo biológico.

#### Análisis y discusión de los resultados

Los principales riesgos biológicos asociados con el trabajo con los pacientes son:

1. **La introducción involuntaria del material contaminado** puede ocurrir a través de pinchazos causales, cortaduras o arañazos en la piel, ya sea con agujas de vidrio e instrumentales.
2. **Contaminación por inhalación de aerosoles:** Los aerosoles producidos por los instrumentales rotatorios de alta y baja velocidad, que usa el estomatólogo, penetran fundamentalmente por vía respiratoria o bucal.

Son estos aerosoles los que permiten que los microorganismos de la zona de trabajo se dispersen hasta 1m de radio alrededor de su centro (la boca) que sería el punto de trabajo.

Tanto el odontólogo como el asistente dental se encuentran contenidos dentro de la esfera, así como el equipamiento y el instrumental expuesto a aerosoles.

3. **Contaminación por contactos con líquidos infectivos:** La contaminación se presenta cuando ocurren derrames del material infeccioso sobre distintas superficies (pisos, mesetas, equipos) lo que puede, a través de las manos, llegar a los ojos y la boca.

4. **Contaminación por contacto directo de la piel y membranas mucosas con material infeccioso o personal contaminado.**<sup>1,2</sup>

Entonces, ¿Cuáles serán las enfermedades infecciosas transmitidas en la consulta dental? (Tabla # 1)<sup>3,4</sup>

Si se observa la tabla # 1 se puede inferir que:

- a) Algunas de estas patologías dan signos prodrómicos en la boca.
- b) La puerta de entrada para su transmisión es la vía digestiva, respiratoria o la piel.
- c) Todas se transmiten a través de la sangre, secreciones y salivas que contengan a los agentes infecciosos.

En la figura # 1 se representan las principales vías de transmisión y contagio de las enfermedades infecciosas.

La transmisión de una persona a otra requiere:

- a) Una fuente infección (un portador convaleciente, un paciente en etapa prodrómica)
- b) El vehículo por el que los agentes infecciosos se transmiten (sangre, secreciones, salivas o bien instrumentales contaminados con ellos).
- c) Una vía de transmisión (inoculación accidental, inhalación...)<sup>4</sup>



Los procedimientos que inducen la producción de esputo son un factor de riesgo de adquisición de tuberculosis. La probabilidad de que cualquier persona susceptible se infecte depende principalmente de la concentración de las gotitas infecciosas en el aire y el tiempo de exposición.<sup>5,6</sup>

**Principales áreas de trabajo donde el odontólogo está expuesto al riesgo biológico:**

*Área clínica:*

1. Exposición del personal durante el proceder estomatológico a patógenos transmitidos por sangre humana.
2. Exposición del personal a otros materiales potencialmente patógenos (saliva).
3. Generación de aerosoles por el uso de instrumentales de baja y de alta velocidad.
4. El agua de la unidad dental se ha comprobado que presenta contaminación bacteriana (microorganismos propios del agua, baja patogenicidad u oportunistas).
5. Accidentes por el uso de instrumental filoso (incluye agujas, aerotor, bisturí, fresa y otros que pueden transgredir la piel).
6. Intoxicación por la mala manipulación de materiales dentales (amalgama).
7. Exposición al riesgo relacionado con los mecanismos de transmisión de la tuberculosis, por aplicar procedimientos que inducen la producción de esputo.

*Área de esterilización:*

1. Contaminación con residuos de sangre u otros materiales por mal fregado del material.
2. Errores en el procedimiento de esterilización, los cuales conducen al uso de material no estéril en el proceder estomatológico.

*Área de rayos X:*

Exposición a los rayos X que incluyen al personal técnico y al paciente.

*Laboratorio de prótesis:*

El trabajo con sustancias potencialmente tóxicas como la sílice, polvo generado por el pulido y rebajado de diferentes tipos de acrílicos.<sup>5</sup>

Dado el grado de exposición ocupacional relacionado con el proceder estomatológico, resulta imprescindible el establecimiento e implementación de estructuras de Bioseguridad en esta esfera laboral y la elaboración de un plan de medidas, entre la cuales se pueden señalar:

- Velar por el estricto cumplimiento del uso de los equipos de protección, entre las que se incluyen: bata sanitaria, guantes de látex, nasobuco y espejuelos de protección o máscara facial.
- Lavado de las manos con abundante agua y jabón.
- Cuidadosa manipulación de objetos cortantes.
- Uso adecuado de equipos de protección (guantes, máscaras, botas, lentes o caretas)
- Vacunación contra hepatitis B al personal expuesto.
- Establecimiento de un plan por escrito para el control de la exposición a patógenos transmitidos por la sangre.



- Comunicación a los trabajadores de los riesgos a que están expuestos (informar y entrenar a todo el trabajador con riesgo ocupacional).
- Control rígido de las normas para la manipulación de amalgama.
- Chequeo médico al personal que manipula amalgama con análisis para determinar los niveles de mercurio en sangre y orina.
- Estricta limpieza de los lugares de trabajo.
- Normar los procedimientos a seguir en caso de que se concrete un incidente de exposición.
- Ubicar trampas para el tratamiento de residuos de amalgama.
- Apertura y mantenimiento de un archivo de registro de accidentes de exposición ocupacional.
- Normar el tratamiento de los desechos estomatológicos (clasificación y propuesta del método de eliminación).
- Aplicar métodos sistemáticos para el control de la calidad del proceso de esterilización.
- Uso obligatorio y chequeo periódico de los dosímetros del personal de rayos X.
- Contar con una reserva de desinfectantes presta a ser utilizada en caso de derrame de sangre u otros materiales en el local de trabajo.
- Estudios microbiológicos de contaminación ambiental.
- Descargar durante 20 minutos el agua y aire contenidos en la unidad dental al comenzar el trabajo y 30 segundos después de la atención a cada paciente.
- Utilización obligatoria de medios de protección al ser utilizado el arenador en los laboratorios de prótesis.<sup>5</sup>

Conclusiones

1. Las principales enfermedades asociadas con los agentes biológicos presentes en el personal de estomatología es la dermatitis por contactos, hepatitis B.
2. Las principales áreas donde el odontólogo esta expuesto al riesgo es el área clínica.
3. Los principales agentes biológicos que afectan al odontólogo son: M. tuberculosis, Virus de la hepatitis B.

Anexos

**Tabla # I:** "Principales agentes biológicos asociados con las vías de contaminación en las áreas de riesgos biológicos"<sup>3,4</sup>.

Agente patógeno	Enfermedad	Vía de contaminación	Donde pueden encontrarse	Local donde el personal de estomatología esta más expuesto.
			En la sangre, en la piel, en exudados de	Área clínica y



Principales agentes biológicos asociados con las vías de contaminación en las áreas de riesgos biológicos"  
3,4

Agente patógeno	Enfermedad	Vía de contaminación	Donde pueden encontrarse	Local donde el personal de estomatología está más expuesto.
Bacillus anthracis	Ántrax	Inoculación accidental	En la sangre, en la piel, en exudados de lesiones, , en el esputo.	Área clínica y esterilización.
Brucellas	brucelosis	Inoculación accidental y aerosoles hacia los ojos, nariz y boca.	En sangre, fluido.	Área clínica.
Pseudomonas pseudomallei		Exposición de aerosoles y gotitas infecciosas, autoincubación.	En esputo, sangre, exudados de heridas.	Área clínica.
Leptospira interrogans	leptospirosis	Contacto directo e indirecto de la piel y fluidos corporales	Sangre, tejidos humanos infectados	Área clínica
M. leprae	Lepra	Contacto directo de la piel, membranas mucosas con material infeccioso.	Tejidos y exudados de lesiones de humanos infectados	Área clínica.
M. tuberculosis	Tuberculosis	Exposición a aerosoles	Los bacilos pueden presentarse en el esputo y en lesiones de varios tejidos.	Área clínica
Streptococcus pyogenes	faringitis, amigdalitis, anginas	Aerosoles	saliva, el aliento	Área clínica
Virus de la hepatitis B	Hepatitis B	Aerosoles, salpicaduras, inoculación accidental.	Sangre y saliva	Área clínica

Otras infecciones que puede adquirir el trabajador de odontología en su entorno son varicela, herpes simple, rotavirus y meningococo (por exposición a mucosas de secreción).



Acción cancel

Internet Explorer no pudo ver que la página no esté disponible.

Pruebe lo siguiente:

- Haga clic en el botón tarde.
- Si ha visitado antes e almacenado en su equipo la continuación en **Trat**
- Para obtener más información con Internet Explorer a continuación en **Co**

Internet Explorer

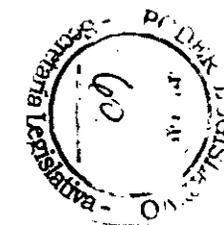
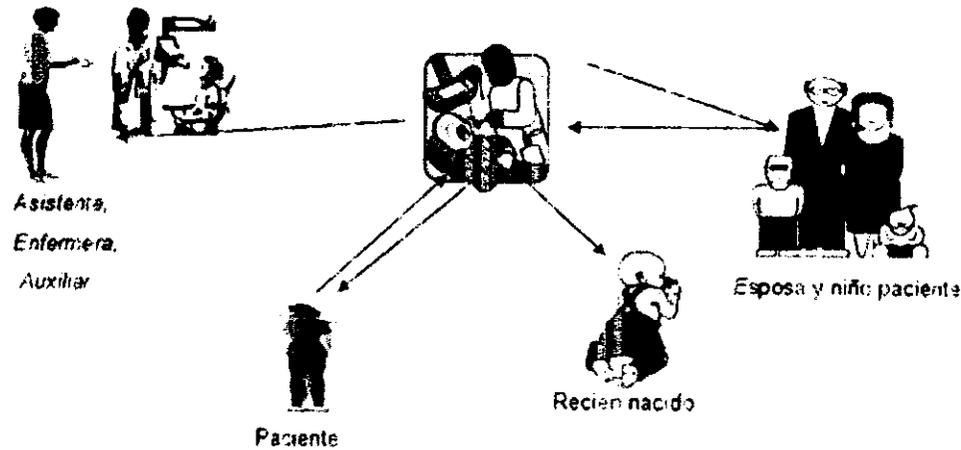


Figura # 1: Vías de transmisión y contagio de las enfermedades infecciosas:



### Bibliografía

1. Rodríguez Dueñas, José et cols. Temas de la Seguridad Biológica. Edición Félix Varela. 28-58, 93 pp. La Habana.2001.
2. OMS: Manual de Bioseguridad en el Laboratorio, 2da. Ed., Ginebra, 1994.
3. CDC - NIH: Bioseguridad en laboratorio de Microbiología y Medicina, 4th Ed. EUA.
4. Mooner Barrancos. Operatoria dental: Bioseguridad. 1999.
5. Delfín SM, Delfín SO, Rodríguez DJ. Necesidad de la implementación de la Bioseguridad en los servicios estomatológicos en Cuba. Rev. Cubana Estomatol 1999; 37(3):235-39.
6. Ponce de León R. Manual de prevención y control de infecciones hospitalarias. Washington DC: Organización Panamericana de la Salud, 1995:5-18.
7. Reglamento para el establecimiento de los requisitos y procedimientos de Seguridad biológica en las Instalaciones en las que se hace uso de agentes biológicos y sus productos, organismos y fragmentos de estos con información genética. Gaceta Oficial de la Republica de Cuba. 7 de noviembre del 2002.(Resolución 103/2002).



---

(c)Copyright 2005. Lic. Liudmila Beltrán González, Dra. en Estomatología. Liset Beltrán González. Todos los derechos reservados.



[Foro Profesional](#) - [Foro Estudiantil](#) - [Directorio Odontológico](#) - [Artículos](#) - [Biblioteca de Imágenes](#) - [Pacientes](#) - [Buscar!](#) - [Agregue su sitio](#) - [Nomas de publicación](#) - [Términos y Condiciones de Uso](#) - [Dental Area](#)

Copyright 1999-2005 [www.odontologia-online.com](http://www.odontologia-online.com). Todos los derechos reservados.





## Bases moleculares del cáncer: nuevas estrategias antitumorales

Georgina Emmanuelli

Tutora: Giselle Ripoll

### INTRODUCCIÓN

El término *cáncer* abarca un grupo de trastornos genéticos, capacitando a la o las células portadoras de estos trastornos una proliferación desmedida que ignora los patrones de crecimiento presentes en el ambiente circundante.

Si bien en el organismo humano existe un control que mantiene un equilibrio entre las tasas de crecimiento de las células nuevas y la muerte de las células viejas (apoptosis), el cáncer es una patología que logra evadir tal control, permitiendo que una célula crezca y se reproduzca de manera descontrolada.

Para la mayoría de las personas el término cáncer es sinónimo de tumor, y ambas palabras se asocian con una enfermedad que da lugar a una temible situación personal o familiar. Sin embargo, el significado médico de la palabra tumor no se corresponde con esta visión. Estrictamente, la palabra *tumor* designa cualquier crecimiento anormal de células, ya sean de características malignas o benignas. Las inflamaciones, como sucede cuando se generan abscesos, la acumulación de sangre fuera de los vasos sanguíneos con la aparición de hematomas, las malformaciones congénitas y también el aumento en la frecuencia con que determinadas células se reproducen, son algunas de las causas que dan origen a un tumor. Esta última condición se define con el término neoplasia (palabra proveniente de *neo*, nuevo, agregado y *plasia* proliferación) referida a un proceso cuyo resultado (el tumor) se agrega a las estructuras normales.

Las neoplasias se catalogan básicamente en dos grupos: benignas y malignas. En las neoplasias benignas, las células se dividen lentamente, son parecidas a las normales, los tejidos mantienen su disposición ordenada y el tumor está siempre restringido a la zona donde se inició la proliferación, presentando un límite neto con los tejidos que lo rodean. Por el contrario, en las neoplasias malignas las células se dividen rápidamente y son poco diferenciadas remedando sólo vagamente a las células de los tejidos normales. En este caso las células se infiltran e invaden los tejidos adyacentes, dando lugar a la aparición de metástasis, esto es, pequeños focos tumorales en otros lugares del organismo.



Sin tratamiento alguno, las neoplasias malignas terminan destruyendo el organismo en el que se desarrollan. Este tipo tumoral corresponde al conjunto de enfermedades que se agrupan bajo la denominación de cáncer.

En el cáncer se produce la proliferación descontrolada de las células que han escapado al crecimiento en armonía con el resto del organismo. Sus causas residen en los complejos procesos que regulan la proliferación y diferenciación celular.

Es por este motivo que, en la actualidad, los investigadores concentran sus esfuerzos sobre todo en los procesos moleculares involucrados en el desarrollo y expansión de los diferentes tipos de cáncer.

El cáncer ocupa el segundo lugar en frecuencia como causa de muerte a nivel global, ya que sólo es superado por enfermedades cardíacas. Se estima que hay más de 10 millones de casos nuevos por año en el mundo y que en el mismo período, más de 7 millones de muertes son causadas por esta enfermedad.

Existen diversos tipos de carcinógenos o factores determinantes que favorecen la transformación maligna. Se cree que 85% de los cánceres se relacionan con el medio. Son cientos los productos químicos con capacidad carcinogénica que nos afectan a través del aire, el agua y la dieta. Su importancia es crucial, puesto que muchos de ellos se relacionan con los hábitos personales y las exposiciones profesionales.

Mediante el uso de medicamentos no tóxicos que corrigen el comportamiento anómalo de las células cancerosas, y una nueva generación de vacunas oncológicas, sería posible combatir focos residuales de la enfermedad.

Aunque hoy en día, existen métodos convencionales para el tratamiento de esta enfermedad, se están realizando estudios para obtener nuevos medicamentos mas efectivos y menos tóxicos de uso prolongado, que se adicionarían a las terapias preexistentes.

## SURGIMIENTO Y DESARROLLO DE UN TUMOR

### **Surgimiento genético del cáncer**

El origen del cáncer se ubica en el ADN celular. Todas las células normales poseen genes cuya información regula y determina todas las funciones celulares, entre otras, el crecimiento y la diferenciación celular. A los genes involucrados en estas funciones se los conoce como protooncogenes y su integridad es primordial para el funcionamiento normal de los tejidos. El desarrollo y la acumulación de varias lesiones genéticas en el ADN celular

provoca la alteración de las funciones de regulación de estos protooncogenes (Figura 1). En consecuencia, estos genes mutados, conocidos como oncogenes, le confieren a la célula propiedades nuevas que la capacitan para proliferar de manera diferente al resto de las células normales, dotándolas con características erosivas e invasivas.

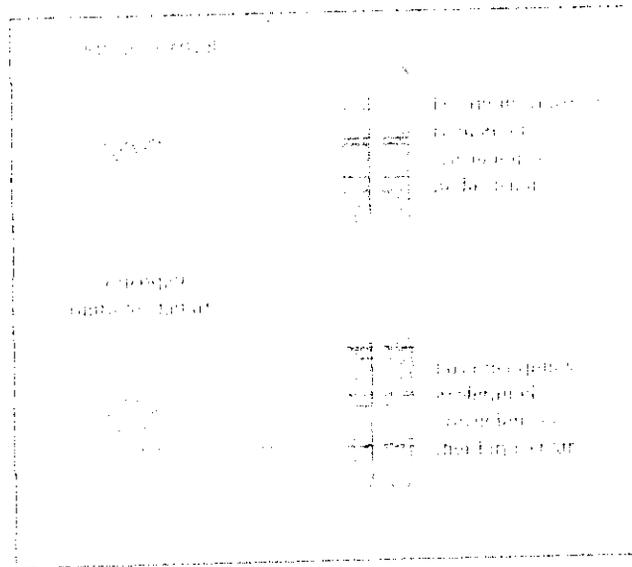


Figura 1. Los oncogenes y el surgimiento del cáncer

### Características biológicas generales de las células neoplásicas

Pese a sus diferencias individuales, las células cancerosas comparten algunas características, tanto celulares como de comportamiento (Figura 2). En las células neoplásicas se ve alterada la membrana celular, lo que afecta el desplazamiento de líquido hacia el interior y el exterior de la célula. La membrana contiene, además, antígenos de especificidad tumoral, en virtud de los cuales la célula resulta inmunológicamente diferente de todas sus predecesoras normales. Su núcleo suele ser grande e irregular. Los nucleolos, estructuras que contienen el ARN celular, aumentan de tamaño y número, por la mayor síntesis de dicho ácido.

Ahora bien, para comprender la historia natural del cáncer se deben conocer algunos rasgos biológicos característicos e indispensables para el crecimiento y desarrollo de las células neoplásicas. Por un lado, presentan una característica común, la clonalidad. Ésta debe entenderse como un proceso dinámico. En el desarrollo de una neoplasia, el genotipo y el fenotipo tumorales no son constantes, sino que presentan cambios evolutivos.

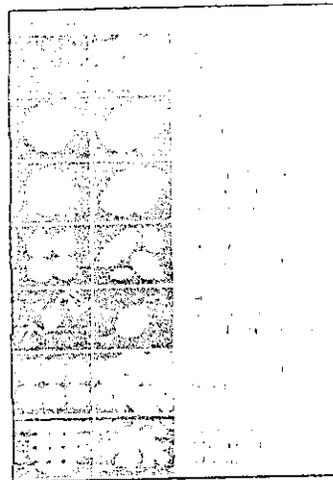


Figura 2. Características principales de las células neoplásicas.

vos, como por ejemplo su capacidad de invasión local, de producir metástasis, sus cambios de antigenicidad y la resistencia farmacológica a citostáticos. Cabe citar también que las células cancerosas son más móviles que las normales del mismo tipo citológico. La migración de las células neoplásicas es más rápida y repetida. Por otra parte, se encuentra la alteración de la diferenciación celular. En este proceso, conocido como *desdiferenciación* o *anaplasia*, los tumores no conservan la arquitectura tisular normal, aunque tienden a imitar histológicamente al tejido a partir del cual se originaron. Las células neoplásicas presentan irregularidades nucleares y citoplasmáticas, así como mitosis atípicas y otras anomalías que definen su grado de anaplasia. Cuanto más alto sea éste, peor pronóstico presentará el tumor.

### Crecimiento

El desarrollo de la enfermedad neoplásica se caracteriza por una evolución polifásica que se inicia con la transformación de una célula (o un grupo celular) que concluye con un crecimiento descontrolado y la posible destrucción del huésped. De un hecho al otro se debe considerar una serie de procesos que responden al crecimiento y desarrollo del tumor. En consecuencia podemos citar una etapa subclínica, una etapa de crecimiento celular, seguida por la angiogénesis tumoral, la diseminación a distancia (linfática o hematogena), derivando finalmente con la metástasis.

### Período subclínico

El diagnóstico clínico del cáncer suele llevarse a cabo cuando el tumor alcanza un deter-



minado tamaño. Para ello es necesario que transcurra un lapso de tiempo conocido como período subclínico. Inicialmente, la célula cancerosa tiene un diámetro de 10 micrones (0,001 mm). En un cálculo teórico luego de 20 duplicaciones aproximadamente, el tumor tiene 1 mm de diámetro, 1 mg de peso y un millón de células. Luego de 30 duplicaciones tumorales, el diámetro del nódulo alcanza a medir 1 cm, pesar 1 gr y estar compuesto por 1.000 millones de células. Es posible, en este momento, un diagnóstico precoz. Las 10 duplicaciones posteriores generan una masa de 1 kg. Ésta es aún compatible con la vida de huésped, pero su equilibrio es altamente inestable, ya que unas cinco duplicaciones más provocarían un tumor de aproximadamente 35 kg. A pesar de que siguiendo este patrón, la evolución de un cáncer abandonado a su evolución espontánea equivaldría al tiempo necesario para que se produzcan 40 duplicaciones, se sabe que, en realidad un tumor sufre una explosión duplicativa al comienzo y luego esa velocidad disminuye rápidamente ya que la cantidad de células que se duplican es levemente mayor a las que mueren por causas diversas. Es por eso que este crecimiento explosivo en pocas generaciones nunca se da, debido a la cinética de crecimiento de las células cancerosas.

La mitad de todo el proceso ocurre en una fase pocas veces detectable clínicamente.

#### *Cinética de crecimiento de las células tumorales*

Todas las definiciones existentes de cáncer tienen como factor común el crecimiento anárquico de las células, no sujeto a las leyes normales del organismo. Sin embargo, las células dentro de una masa tumoral, siguen una serie de hechos dinámicos de crecimiento, declinación, movimiento y control de la población y del ciclo celular. El conjunto de estos sucesos recibe el nombre de cinética celular. En cada tumor se pueden encontrar células en estado de proliferación; células en reposo detenidas en G0 (fase G1 prolongada), y células que ni proliferan, ni pueden entrar en el ciclo celular (células no divisibles), condenadas a apoptosis, pero que producen efecto masa. En las fases iniciales del crecimiento tumoral, hay una fracción de células proliferantes, de modo que la fracción de crecimiento es alta. Se define como fracción de crecimiento a la cantidad de células que se encuentran en ciclo celular (intervalo entre el punto medio de la mitosis de una célula y el punto medio de la mitosis siguiente de la misma célula) respecto a la cantidad total de células que integran el tumor. A medida que el tumor adquiere mayor masa la fracción de crecimiento disminuye. Habitualmente, en las metástasis la fracción de crecimiento es mayor que en el tumor primario.





### *Angiogénesis tumoral*

Si bien estos agentes son importantes, para que el tumor pueda desarrollarse es indispensable la creación de una estroma que le dé sustento y soporte. Éste se origina a través de un proceso denominado "angiogénesis". Originalmente, el tumor se desarrolla alimentando sus células con nutrientes a través de difusión. Pero cuando la masa tumoral alcanza un tamaño determinado (próximo a los 0,5 mm), el pasaje de nutrientes no es suficiente para alimentar a las células neoplásicas. Es así como se inicia el proceso de angiogénesis tumoral donde los tumores reclutan células endoteliales para formar nuevos vasos. Este es el paso clave que determina el éxito o no del desarrollo tumoral. El tumor secreta, o induce la secreción por parte de células adyacentes, de una serie de factores proangiogénicos, como el VEGF (Vascular Endothelial Growth Factor) y el bFGF (basic Fibroblast Growth Factor). Estas sustancias actúan además sobre un grupo de células previamente reclutadas, provenientes de la médula ósea, haciendo que éstas se transformen también en vasos sanguíneos. La vascularización hace que cambien las perspectivas del tumor. Se convierte en clínicamente detectable, sintomático, puede hacer metástasis y, en consecuencia, aumenta su grado de malignidad.

## INVASIÓN Y METÁSTASIS

### **Invasión local**

Inicialmente, la neoplasia crece y aumenta su tamaño, invadiendo sólo las estructuras adyacentes, sin diseminarse a zonas alejadas del tumor original. La falta de cohesión entre las células tumorales ayuda a explicar este proceso y la tendencia de los cánceres a propagarse e introducirse en tejidos normales adyacentes al foco patológico primario. En términos generales, una célula tumoral tiene seis veces menor poder de adherencia que la célula normal.

En circunstancias normales, las células crecen y se desplazan hasta encontrar un obstáculo, con lo que se detiene su curso y, simultáneamente, la síntesis de ADN. Es decir, la densidad celular constituye un freno para la expansión celular. Sin embargo, las células cancerosas no presentan tal inhibición, por lo que continúan proliferando, fueran cuales fueran las restricciones de presión en su lugar de desarrollo. Existe, además, una ausencia de guía de contacto en las células cancerosas. Las células normales crecen siguiendo una red arquitectónica, que conserva un orden estructural de crecimiento. Las



células neoplásicas se desarrollan constituyendo masas desordenadas, con la libertad de organizarse de cualquier modo.

Un factor importante que facilita la invasión local es la secreción, por parte de las células tumorales, de factores enzimáticos y tóxicos. Los primeros actúan disminuyendo la adhesividad celular y permitiendo que productos celulares neoplásicos penetren en las células normales. Además, algunas de las enzimas secretadas son destructoras específicas (líticas), que destruyen el tejido circundante. La secreción de sustancias tóxicas, una vez fagocitadas por las células normales, inducen la alteración local y el crecimiento tumoral. La resistencia a la invasión depende de la estructura del tejido en cuestión. Aquellas estructuras constituidas por gran cantidad de tejido elástico, como el cartílago, los tendones, los ligamentos, los vasos linfáticos y las venas son más resistentes a la invasión. No ocurre lo mismo con los tejidos de sostén, los músculos y las arterias (dotados de una menor cantidad de tejido elástico) que son invadidas con mayor frecuencia.

Los tumores poseen diferentes características invasivas que responden a la naturaleza de cada uno de ellos. Hay neoplasias con un alto poder de invasión local, mientras que su capacidad de metástasis es limitada. Otros tipos de tumores, si bien son capaces de invadir localmente, producen metástasis con gran rapidez. Pero, también existen algunos tumores que presentan tanto una gran capacidad para invadir localmente como una metástasis precoz. Todas estas características diferenciales de cada tipo tumoral, inciden ampliamente en el pronóstico del paciente.

### **Cadena metastásica (metástasis)**

La diseminación y crecimiento de un nuevo foco tumoral a distancia (metástasis) es un complejo proceso que responde a las características de las células tumorales de cada neoplasia. Se calcula que aproximadamente el 0,01% de las células cancerosas llegan a establecerse en un sitio distante. Las células que logran sobrepasar los obstáculos del sistema linfático y circulatorio, llegando a producir metástasis distantes, son lo suficientemente hábiles y adaptables para proliferar a distancia de su origen.

Una vez que se produjo el desprendimiento y la invasión, ya sea de una vía linfática o hematológica, la célula cancerosa viaja siguiendo el flujo venoso que drena el sitio, hasta alojarse en un órgano, donde dará origen a otros tumores (Figura 3). Cuando la diseminación es hematológica, es comprensible, que el hígado y los pulmones sean los órganos que más a menudo presenten focos invasivos, ya que toda el área portal del drenaje fluye al hígado y toda la sangre de las venas cavas llega a los pulmones.



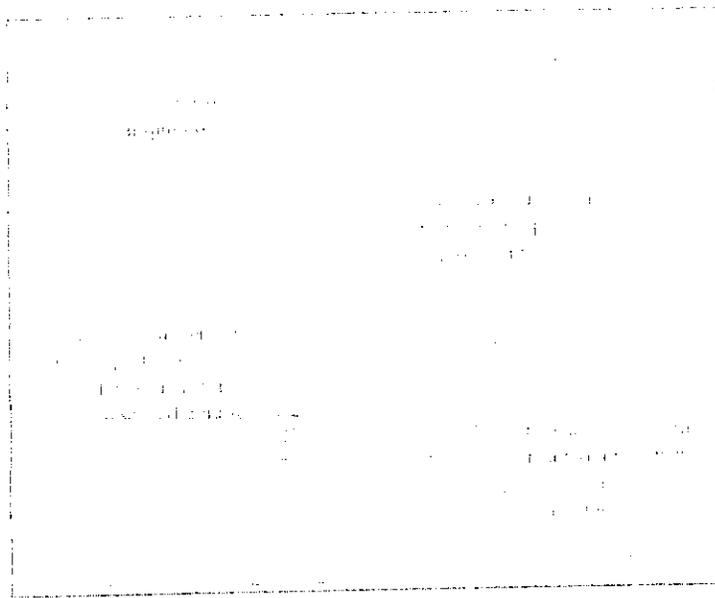


Figura 3. Diseminación de las células tumorales.

El proceso de diseminación comienza cuando la célula maligna se desprende del tejido circundante. En un tejido normal, las células se adhieren entre sí a una red proteínica que rellena el espacio entre ellas. Esta red de proteínas se conoce como matriz extracelular. La unión entre las células y la matriz extracelular es muy importante para la supervivencia y la comunicación celular. Una célula necesita este anclaje para llevar a cabo sus principales funciones. Tal conexión es posible por medio de moléculas de la superficie celular llamadas integrinas, que se fijan a la matriz extracelular. Sólo luego que la célula se une a una superficie es que su ciclo reproductivo comienza. Las células que no pueden hallar anclaje, no sólo dejan de reproducirse y crecer, sino que entran en apoptosis.

La detención del crecimiento y la reproducción de las células sin anclaje es una de las defensas del cuerpo humano para conservar la integridad de los tejidos. Las células normales poseen sitios específicos en los que deben permanecer a fin de sobrevivir. Sin embargo, las células cancerosas pueden existir sin estar ancladas. Es posible que en las células cancerosas, proteínas elaboradas por oncogenes puedan comunicar un mensaje falso en cuanto a que la célula se encuentra anclada cuando no lo está. Esto permite que la célula cancerosa siga creciendo y reproduciéndose cuando debiese llevar a cabo la apoptosis.

### Invasión hematológica

Una vez que la célula cancerosa se desprende de otras y de la matriz extracelular, debe





encontrar un medio que le permita autotransportarse. La sangre es un medio ordinario de transporte, dado que los vasos sanguíneos a menudo se encuentran cerca y ofrecen vastas oportunidades para el traslado de estas células. Una vez en la sangre, la célula cancerosa tiene que combatir contra las defensas corporales e intentar reinsertarse en un nuevo sitio. Menos de 1 de cada 10.000 células cancerosas supera la circulación para crear un tumor nuevo. La circulación sanguínea tiene una función importante en determinar hacia dónde viajarán las células cancerosas. Éstas, por lo general, quedan atrapadas en el primer paso de capilares que encuentran en el sentido de la circulación desde su punto de entrada. A menudo, tales capilares se encuentran en los pulmones, dado que la sangre venosa desoxigenada que abandona muchos órganos vuelve a los pulmones para su reoxigenación. De los intestinos, la sangre pasa primero al hígado, por lo que las células cancerosas que abandonan los intestinos se establecerán allí. Los pulmones y el hígado son los dos sitios más frecuentes de metástasis en el cuerpo humano. Una vez en un sitio nuevo, las células tienen que repenetrar la membrana basal de los vasos sanguíneos y establecerse en el nuevo tejido.

No todas las células cancerosas tienen los recursos para sobrevivir el recorrido hasta otra zona corporal. Una gran cantidad de células cancerosas en circulación mueren dado que no están equipadas para superar todo el proceso de metástasis. Las células tumorales que llegan a su destino tal vez no puedan reaccionar ante factores orgánicos específicos, y esto también las elimina. Ciertos estudios llevan a concluir que algunos tumores sólo producen metástasis en órganos específicos. Tales investigaciones muestran que si bien las células cancerosas pueden alcanzar todos los órganos del cuerpo, sólo poseen afinidad por algunos. Es únicamente cuando las células alcanzan dichos órganos específicos que se anclan y reproducen.

### **Invasión linfática**

Se considera a este proceso la vía principal para la propagación del cáncer. A partir de la diseminación linfática, las células neoplásicas se extienden a distancia del tumor de origen. La propagación ganglionar tiene comienzo con el desprendimiento de las células tumorales de la neoplasia original, las cuales llegan a los vasos linfáticos, debiendo pasar a través de la pared capilar, enfrentando la presión hidrodinámica del vaso, que destruye a la mayoría de las células que llegan allí. Una vez que un número importante de células malignas llegan al vaso linfático, éstas son cubiertas por una capa de fibrina, iniciándose la formación de un trombo neoplásico. Posteriormente, el trombo se desprende de la

pared del vaso, comenzando a circular. Allí se encuentra con nuevas barreras. Si el trombo supera todas las dificultades, se ancla al vaso, donde comienza a crecer.

La difusión hematogena (diseminación de células cancerosas en el torrente sanguíneo) se produce generalmente luego de haber invadido por vía linfática. Sin embargo, algunos tumores invaden directamente el torrente sanguíneo, sin haber invadido los ganglios linfáticos previamente.

La invasión hematogena guarda relación con la vascularidad del tumor y las características del tejido a invadir. Las arterias son raramente invadidas a causa de poseer tejido elástico y muscular grueso en su estructura y una gran presión intraarterial. Ocurre lo contrario con las venas, que son invadidas con mayor frecuencia. Son pocas las células malignas capaces de sobrevivir la naturaleza turbulenta de la circulación arterial o con oxigenación insuficiente. Las células que logran sobrevivir a tales condiciones, son capaces de insertarse en el endotelio y atraer fibrina, plaquetas y factores de coagulación. El endotelio se retrae, permitiendo a las células neoplásicas ingresar en la membrana basal y secretar enzimas que destruyen los tejidos adyacentes, facilitando la implantación.

## ESCAPE INMUNOLÓGICO

### Respuesta inmunitaria normal

En el organismo se producen constantemente mutaciones genéticas. Éstas son detectadas y eliminadas por el sistema inmunológico. Sin embargo, durante el desarrollo del cáncer, la célula tumoral adquiere la capacidad de evadir al sistema inmunológico.

En circunstancias normales el sistema inmunitario reconoce las células tumorales a través de una serie de antígenos que éstas presentan en su superficie. La metodología para detectarlos se inicia cuando las células T son activadas. Éstas liberan una molécula señal reclutadora de macrófagos, luego de interactuar con las células tumorales. A su vez, se estimula la proliferación de células T de acción citotóxica (TC), cooperadora (Th) o supresoras (Ts). A su vez, algunas linfocinas (elaboradas por los linfocitos) destruyen o lesionan algunas células cancerosas, mientras que otras movilizan células, como los macrófagos, para que ataquen a las células tumorales. Los interferones, compuestos que produce el organismo como respuesta a las infecciones virales, también poseen características antitumorales. Su función primaria consiste en la inhibición directa de la replicación. Los anticuerpos que sintetizan los linfocitos B, constituyen una parte importante de



los mecanismos de defensa. Es destacable, también, la presencia de células asesinas naturales (NK), identificadas como una subpoblación de linfocitos. Actúan destruyendo directamente las células tumorales o produciendo linfocinas capaces de auxiliar en la destrucción de las células neoplásicas.



### **Antígenos tumorales**

El tumor puede expresar en su superficie celular antígenos anómalos, no encontrados en la célula normal de la que deriva. Aunque pueden expresar, también, antígenos de diferenciación de otro tipo celular surgidos durante las primeras etapas de su diferenciación. Los antígenos pueden aparecer como específicos del tumor si la célula normal que experimenta transformación constituye sólo una pequeña proporción de las células normales del tejido donde surge la masa neoplásica.

### **Evasión inmunológica de las células neoplásicas**

Si bien el sistema inmunológico humano está dotado de mecanismos que le permiten distinguir a células normales de las malignas para eliminarlas, el cáncer es una enfermedad que se desarrolla gracias a su capacidad de evadir estas defensas.

Para que se desencadene una respuesta inmunológica con desarrollo de anticuerpos y activación de células citotóxicas, es necesario que, simultáneamente, sean presentadas determinadas sustancias en la membrana de las células tumorales. Estas sustancias son proteínas encargadas de transmitir señales entre las células del sistema inmune y también moléculas coestimuladoras cuya función es la presentación de antígenos (funcionando como inmunomediadores). El problema se suscita porque las células tumorales no exponen en su superficie ninguna de estas proteínas. En consecuencia, no se producen interleuquinas, lo que conlleva al no desarrollo de la respuesta inmune. Debido a esta presentación inadecuada de antígenos se produce un fenómeno de tolerancia específica hacia las proteínas del tumor (proceso en el que se adquiere la no reactividad hacia algunos antígenos).

Otro factor que incrementa la inmunodeficiencia del sistema frente al cáncer es la modulación antigénica. En presencia de anticuerpos, algunos antígenos tumorales son desprendidos de la superficie celular, endocitados, modulados y redistribuidos dentro de la membrana celular. Así se eliminan los antígenos que podrían ser reconocidos por las células del sistema inmunológico. En algunos tumores, el antígeno no es eliminado de la





superficie, sino que es "enmascarado". Esto se debe a que ciertas moléculas logran unirse a la superficie tumoral, evitando la adherencia de los linfocitos atacantes a los antígenos tumorales. La acción de los linfocitos atacantes también se ve truncada por el desprendimiento de los antígenos de las células tumorales, formando complejos con los anticuerpos. Estos complejos pueden unirse directamente a las células T, evitando que ataquen a las células tumorales. En la mayoría de los casos, la acción de los anticuerpos es inefectiva y, aunque no lo fuera, si se unen al antígeno tumoral luego de que éste se desprenda de la superficie neoplásica, su efectividad resulta nula.

## CARCINOGENESIS

### ¿Qué es la carcinogénesis?

La transformación cancerosa es un complejo proceso que requiere la adquisición de ciertas características que le permiten a la célula crecer descontroladamente. Esta transformación ocurre en tres fases: iniciación, estimulación y progresión.

En la primera etapa, los factores desencadenantes escapan al control de los mecanismos reguladores normales y alteran la estructura genética de una célula (Figura 4). Si bien el sistema de reparación del ADN está capacitado para revertir esta alteración, puede suceder que la mutación sea de carácter permanente y, aunque no genere un cambio espontáneo, la acción de acumulación de éstas, sientan las bases para el desarrollo de un cáncer.

En la segunda fase, o estimulación, el contacto reiterado con carcinógenos ocasiona la expresión genética anormal transformando a los protooncogenes en oncogenes, codificando la información de las células normales de forma equivocada.

Ahora, los cambios producidos por las mutaciones genéticas hacen que las células adopten una conducta maligna. Esta fase se conoce como progresión.



Figura 4. Influencias externas que afectan el ADN celular.



## **Virus oncogénicos**

Algunos virus poseen la capacidad de actuar como carcinógenos. Estos virus se incorporan a la estructura genética de las células introduciendo cambios permanentes que serán heredados por las generaciones futuras.

De acuerdo a la molécula sobre la que actúan los virus se dividen en dos grupos: virus ADN y virus ARN.

*Virus ADN:* están constituidos por ADN. Algunos miembros de esta familia viral son los virus papova, los virus herpes y los adenovirus, entre otros. La síntesis del ADN celular se estimularía paralelamente a la iniciación de la síntesis del ADN viral. Las células infectadas no sólo modifican su crecimiento de manera permanente, sino que también desarrollan nuevos antígenos. En el caso del virus herpes el ADN viral se incorpora al genoma celular modificándolo. Esta modificación se presenta también en las células hijas que heredan el genoma viral. Ante una situación de estrés sufrida por la célula, el genoma viral se activa expresando su fenotipo infectivo, dando lugar al comienzo de la enfermedad.

*Virus ARN:* su material genético e infectivo está compuesto por ARN. En ellos existe una transcriptasa inversa o polimerasa ADN-ARN dependiente, que estaría ausente en los virus ARN no oncogénicos. Esta polimerasa daría lugar a la síntesis del ADN de estructura complementaria a la del ARN viral. Entonces, éste podría integrarse en el genoma nuclear engañando a la célula para que sintetice las proteínas virales como las propias.

## **Agentes físicos**

La acción de las radiaciones se ejerce directamente sobre el ADN y producen la fragmentación del mismo, consiguiendo efectos carcinogénicos.

Las radiaciones ionizantes (partículas alfa, beta rayos X y gamma), son capaces de activar de forma negativa a los protooncogenes celulares. Son capaces de eliminar electrones de los átomos y, de este modo, alterar el material genético celular, produciendo translocaciones y mutaciones. La acción carcinogénica se ejerce en el lugar donde la radiación actuó, y el tiempo de latencia entre la irradiación y la aparición del tumor puede variar entre 15 y 20 años, aproximadamente.

Los tejidos más radiosensibles son la médula ósea, la mama y la tiroides. Un claro ejemplo de la predisposición al cáncer que existe por consecuencia de las radiaciones es





la aparición de leucemias entre los afectados por las exposiciones nucleares de Hiroshima y Nagasaki, o la mayor incidencia de cáncer de mama y sarcomas óseos entre los trabajadores expuestos al radio.

La radiación ultravioleta con mayor efecto carcinógeno es la UV-B. Constituye el mayor riesgo para desarrollar cáncer de piel. El riesgo aumenta para aquellas personas de piel clara que se broncean con dificultad y sufren quemaduras solares con facilidad. El daño producido en el ADN por la radiación UV-B puede ser reparado. Sin embargo, en individuos con mutaciones recesivas, esta radiación provocaría en ellos una gran propensión a desarrollar tumores malignos en áreas fotoexpuestas y se supone que es un defecto enzimático que incapacita la reparación del material genético, al no poder liberar dímeros de timina del ADN.

### Agentes químicos

De acuerdo con su mecanismo de acción, los agentes carcinogénicos se clasifican en:

*Agentes primarios:* son aquellos cuyo efecto se produce en el punto de aplicación (actúan por contacto).

*Agentes secundarios:* necesitan de cambios químicos en el organismo del huésped. Pueden depender o no de sistemas enzimáticos.

*Agentes dobles:* son primarios y secundarios, es decir que actúan por ambos mecanismos a la vez.

*Agentes cocarcinógenos:* son agentes que no actúan por sí solos, por lo que requieren de la interacción con otros. Uno es empleado primero (activador) y, tras el empleo del segundo (promotor), surge la neoplasia.

El tabaco es un carcinógeno ahora reconocido relacionado con el 35% de las muertes por cáncer. Es el principal carcinógeno asociado con el cáncer de pulmón, aunque también se lo conecta con el cáncer de cabeza y cuello, esófago, páncreas, cuello uterino y vejiga. El tabaco también actúa en concomitancia con otras sustancias, como alcohol, asbestos, uranio y virus oncogénicos.

Muchas sustancias químicas presentes en sitios de trabajo han resultado ser carcinógenos (o cocarcinógenos). Dentro de la larga lista de carcinógenos podemos citar a las nitrosaminas, hidrocarburos aromáticos y algunos metales —cromo, níquel, cadmio y uranio—, como ejemplos que promueven distintos tipos de cáncer. Algunos silicatos, como la crisolita y la antofilita (asbestos), tienen relación con el cáncer de pulmón; estos agentes se ven potenciados con el tabaquismo.

*Facultad de Estomatología. Departamento Estomatología Integral I.S.C.M.- Camagüey*

## **FACTORES DE RIESGO PROFESIONAL EN ESTOMATOLOGÍA**

**Dra. Nelia Espeso Nápoles\***; **Dra. Yusimí Travieso Gutiérrez**; **Dra. Silvia Martínez Padilla\*\***; **Dr. Luis Puig Ravinal\*\*\***

*\* Estomatólogo General. Profesor Instructor de la Facultad de Estomatología del I.S.C.M.-Camagüey. Clínica Estomatológica Docente Provincial de Camagüey.*

*\*\* Estomatología General. Facultad de Estomatología del I.S.C.M.-Camagüey. Clínica*

*Estomatológica Docente Provincial de Camagüey.*

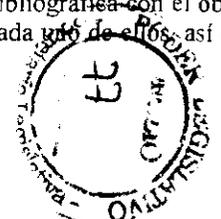
*\*\*\* Especialista de II Grado en Ortodoncia. Clínica Estomatológica Docente Provincial de Camagüey. Profesor Asistente de la Facultad de Estomatología I.S.C.M.-Camagüey.*

### **RESUMEN**

La salud del trabajador ocupa cada día un lugar más importante en la vida moderna, es por ello que el mayor nivel de información que se tenga sobre los riesgos a que todo el personal está expuesto contribuirá de manera especial a la promoción y prevención de salud sobre las enfermedades y garantizar una mejor calidad de vida. Se realizó una amplia revisión bibliográfica con el objetivo de hacer una clasificación didáctica de todos los riesgos a que está sometido el personal de estomatología; al tiempo que se profundizó en los elementos que involucra cada uno de ellos, así como las medidas de prevención y protección que se tuvieron en cuenta. Se concluyó que los riesgos biológicos, ergonómicos y físicos son los que más afectan al estomatólogo.

**DeCS: FACTORES DE RIESGO; PERSONAL DE ODONTOLOGÍA**

### **INTRODUCCIÓN**



La Organización Mundial del Trabajo y la OMS han creado la llamada "Medicina del Trabajo", la cual tiene por objeto; promover y mantener el más alto grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores de todas las profesiones, prevenir todo daño de ser causado a su salud por las condiciones de trabajo y protegerlos en su empleo contra riesgos resultantes de la presencia de agentes perjudiciales<sup>(1)</sup>. Estos riesgos son de variada naturaleza y pueden agruparse en físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicológicos<sup>(2)</sup>.

En la actualidad el riesgo laboral es visto a través del prisma de la bioseguridad, la cual, agrupa las normas básicas de conductas que debe tener cualquier profesional en el curso de su trabajo cuando se enfrenta a los agentes de riesgo para su salud y de la comunidad. Riesgo en bioseguridad es aquel agente que se encuentra en el ambiente laboral, capaz de ocasionar daño a la salud, del operador como a las personas que se mantienen en su entorno, incluyendo pacientes y personal<sup>(3,4)</sup>.

En clínica odontológica se puede hablar de riesgos generales y de riesgos propios de la actividad; los primeros son asimilables a todos los patrones de riesgo que alteran la llamada ocupacional. Los segundos, los propios de la actividad, se refiere a factores de riesgos determinados por ejercicio y uso de la profesión<sup>(4,5)</sup>.

En nuestro sistema socialista, la prevención médica, es decir, la higiene de los trabajadores, el examen previo, los exámenes periódicos, el control y la adaptación de los puestos de trabajo ocupado un lugar cada vez más importante<sup>(6)</sup>. Además, debido al gran desarrollo científico-técnico alcanzado, se demanda la existencia de un marco jurídico adecuado en materia de seguridad biológica<sup>(7)</sup>.

Las instituciones del sector de salud, por tanto, requieren del establecimiento y cumplimiento de un programa de bioseguridad con objetivos y normas definitivas, que logren un ambiente de trabajo ordenado, seguro y que conduzca simultáneamente a mejorar la calidad, reducir los sobrecostos y alcanzar óptimos niveles de funcionalidad confiable en sus áreas<sup>(8)</sup>.

Hoy, constituye un reto consolidar avances, vencer amenazas, superar debilidades e innovar estrategias, para así lograr un desarrollo integral que genere el fomento de una vida saludable

Este artículo tiene el propósito de revisar la literatura más actualizada referente a los factores de riesgo profesional y las medidas de protección para su prevención.

## DESARROLLO

**Riesgo Físico:** son producidos en el ambiente laboral por factores físicos, entre los que se pueden citar:

**Traumatismos:** no son tan frecuentes en esta especialidad, aunque puede citarse la proyección hacia los ojos de cuerpos extraños como el sarro o partículas minerales<sup>(5,10)</sup>.

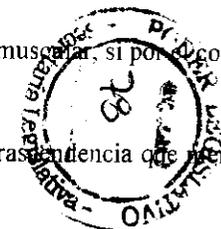
**Ruido:** produce lesiones otológicas por la actuación simultánea de los factores patogenéticos fundamentales: el ruido y el tiempo de exposición<sup>(11)</sup>.

Nuestra profesión no es de las más afectadas por este factor si lo comparamos con la minería, la construcción, la industria textil, entre otros<sup>(5)</sup>.

**Vibraciones:** las pequeñas vibraciones recibidas normalmente en nuestra actividad no se pueden comparar con ocupaciones en las que se emplean martillos neumáticos, sierras y taladros eléctricos entre otros, donde las vibraciones sí constituyen factores de riesgo de gran peso para la aparición de afecciones como: náuseas, vómitos, cervicalgias, sacrolumbalgias y neuropatías periféricas<sup>(12)</sup>.

**Iluminación:** este factor repercute sobre la salud. Si es por defecto puede contribuir a la aparición de miopía, lagrimeo, fatiga visual, hiperemia conjuntival y astenopatía muscular, si por exceso hay exceso de luz, puede aparecer el coloma central y las lesiones retinarias irreversibles<sup>(10,12)</sup>.

La conocida luz halógena produce daño ocular, al poseer un rango de longitud de onda no atenuado por los filtros naturales del ojo. Actualmente no se le ha dado la trascendencia que merece el efecto nocivo producido y tampoco existe protección adecuada para los pacientes<sup>(13)</sup>.



**Temperatura y humedad:** una temperatura agradable contribuirá al mejor trabajo del equipo estomatológico. Si la temperatura es alta y el aire está saturado de humedad hay agotamiento, aun de la temperatura corporal, puede haber trastornos respiratorios y circulatorios <sup>(15)</sup>.

**Ventilación:** debe asegurar las mejores condiciones atmosféricas posibles de temperatura, humedad, pureza y movimiento, procurando que el ambiente de trabajo sea agradable. Su déficit trae síntomas similares a los anteriores <sup>(6)</sup>.

**Radiaciones ionizantes:** se basa en la utilización de los equipos de Rx. Sus radiaciones actúan sobre la salud y provocan en piel: radiodermatitis y la caída del cabello, sobre los ojos: cataratas. Además, puede provocar esterilidad, anemia aplásica y leucemia, aumentando en algunos casos la incidencia de tumores malignos <sup>(14)</sup>.

**Medio ambiente electromagnético (MAE):** la creciente utilización de equipos eléctricos y electrónicos a nivel industrial residencial, comercial, en las comunicaciones y la medicina ha conseguido una fuerte alteración del MAE natural lo que, comúnmente, se denomina contaminación electromagnética <sup>(16)</sup>.

Entre los equipos eléctricos o electrónicos usados frecuentemente en odontología se encuentran las lámparas de iluminación, compresores, equipos de Rx, sillas con mecanismos eléctricos de unidades de cirugía, equipos de computadoras y las lámparas de fotocurado etc, no existe conciencia de los riesgos asociados a los CEM y estos equipos. Se ha investigado que campos de 50- y de solo 3 miliwatt resultan ya claramente relacionados con el cáncer. Se debe tener en cuenta el tiempo de exposición al campo, frecuencia y distancia <sup>(16)</sup>.

**Riesgo Químico:** las intoxicaciones ocupacionales se producen por penetración del agente químico por tres vías: la vía respiratoria, mediante la inhalación. La vía digestiva, es menos frecuente y mucosas, en el caso de sustancias liposolubles.

**A continuación relacionamos algunos materiales dentales que pueden causar dificultades:**

- El yeso, formol y otros antisépticos derivados del fenol, anestésicos locales, resinas acrílicas y compuestas, eugenol.
- Primers dentales puede ocasionar dermatitis de contacto, su mayor factor de riesgo se da porque los guantes látex son permeables a estas soluciones. Los signos y síntomas más frecuentes se presentan cuando la piel entra en contacto con estas sustancias <sup>(18)</sup>.
- Mercurio: se deposita en órganos ricos en lípidos como el cerebro, hígado y riñón <sup>(18,19)</sup>. Cuando sus niveles están por encima de los valores límites permisibles se comienzan a presentar diferentes síntomas y signos como: temblor, excitabilidad, debilidad, escalofrío, irritabilidad, angustia, náuseas, vómitos, sabor metálico, parotiditis química, tialismo, hematuria, anorexia, astenia, sensación de opresión en el tórax, daños irreversibles en el riñón, alteraciones del SNC y finalmente la muerte <sup>(18,19,20)</sup>. Entre los exámenes realizados al personal odontológico anualmente, está la prueba biológica de concentración en orina por el método colorimétrico visual, el método espectrofotométrico de absorción atómica y la determinación de las concentraciones de mercurio en el aire de la zona de trabajo y la biopsia externa del cabello <sup>(18-21)</sup>.
- Alergia a los guantes látex: se presenta con prurito y rubor, hinchazón por contacto local directo <sup>(17,22,23)</sup>.

**Riesgo Ergonómico:** en estomatología pueden ser abordadas desde el punto de vista ergonómico las condiciones físicas del medio, diseño de equipos adecuados que contemplen las requerimientos antropométricos necesario y evitar los vicios de posiciones, así como garantizar secuencias de movimientos lógicos y evitar la pérdida innecesaria de tiempo <sup>(24-26)</sup>.

Los riesgos antes mencionados le confieren al odontólogo un mayor o menor grado de susceptibilidad a contraer determinadas enfermedades, como son: trastornos de la columna vertebral, la estática vertebral, consecuencia paciente-operador, deformaciones de la caja torácica, las várices y epicondilitis <sup>(10)</sup>.

**Riesgo Biológico:** incluye afecciones bacterianas, virales, hongos y demás enfermedades parasitarias que pueden causar enfermedades. Es importante tener en consideración tanto la enfermedad



transmisibles como sus vías de transmisión <sup>(27,28)</sup>.

La contaminación con agentes infecciosos en la práctica dental pueden ocurrir en formas muy diversas, desde el contacto directo con la piel o en las mucosas erosionadas con sangre o saliva, en la inhalación inadvertida de aerosoles contaminados producidos durante la utilización de piezas de alta velocidad y equipos ultrasónicos o por salpicaduras de sangre, saliva o secreciones nasofaríngeas. También puede darse por instrumentos, equipos y superficies ambientales contaminadas <sup>(27-29)</sup>.

En estomatología las enfermedades transmisibles de mayor importancia son: hepatitis viral (A,B,C,D,E), infección por VIH- 1, infección por herpes simples, tuberculosis, sífilis, gonorrea, faringitis aguda (viral o bacteriana), mononucleosis infecciosa, parodontitis epidérmica, influenza y rubéola <sup>(27,28)</sup>.

El virus del la Hepatitis B (VHB), además de poseer una elevada capacidad infectante, sobrevive por tiempo considerable a temperatura ambiente. Por estas razones, las medidas de desinfección son eficaces para su inactividad se consideran recomendables para el resto de los microorganismos patógenos de mayor importancia para el personal dental <sup>(27)</sup>.

A pesar de que el VIH - 1 es potencialmente letal, no es muy resistente al medio ambiente. Es un virus lábil que se inactiva fácilmente con agentes físicos y químicos <sup>(27)</sup>.

El riesgo de infección ocupacional por VIH, se debe fundamentalmente a la contaminación de las manos, mucosa ocular, nasal y bucal, por sangre y otros tumores orgánicos infectados accidentales (cortaduras o pinchazos) que ocurren con material contaminado en la manipulación de los pacientes. Dentro de los líquidos de precaución universal, se encuentran las secreciones en los esputos, vómitos y salivas los cuales se consideran potencialmente infectantes cuando están visiblemente contaminados con sangre <sup>(27,30-33)</sup>.

**Riesgo Psicológico:** El estrés que es la consecuencia de nuestra reacción interna ante las cosas que nos suceden y las exigencias que debemos cumplir. Tiene dos componentes: los acontecimientos y las exigencias externos impuestos en nuestras vidas y nuestra reacción interna ante ellos <sup>(34)</sup>.

Se considera su influencia en Estomatología por la acción de cuatro factores fundamentales: factores psicosociales, comportamiento de los pacientes ante el medio, presión asistencial del operario y los factores físicos adversos.

## MEDIDAS PROTECTIVAS

### Riesgo Físico:

- Iluminación adecuada del lugar de trabajo.
- No mirar luz halógena y si es posible usar gafas de seguridad.
- Buena climatización del local de trabajo.
- Protegerse al máximo de las radiaciones ionizantes.
- Disminuir medio ambiente electromagnético: las fuentes a mayor distancia, lámparas de fotocurado preferiblemente de fibra óptica y desconectadas cuando no se utilicen.

### Riesgo Químico:



- Uso de guantes y procedimientos adecuados para manipular materiales dentales.
- Manipulación de la cantidad de primers dentales.
- Uso de las medidas de prevención y protección del mercurio y barreras útiles para su manipulación.
- Para el uso del látex, identificar grupos de riesgo e implementar medidas de seguridad.

**Riesgo Biológico:**

- Considerar todo paciente como potencial infeccioso.
- Uso adecuado de los métodos de barreras (nasobuco, guantes y lentes).
- Profundizar en la historia clínica con antecedentes de transfusiones, prácticas de alto riesgo y episodios de enfermedades infectocontagiosas.
- Debe considerarse material punzo-cortante como potencialmente infectante.
- No desinfectar cuando se puede esterilizar.
- Lavar siempre las impresiones dentales.
- Esterilizar material crítico y semicrítico.
- Accionar pieza de mano 20-30 seg.
- Material de desecho en recipiente cerrado y resistente. Cremarlo.
- Limpiar en cada sesión unidades dentales y mesas del instrumental.
- El espécimen quirúrgico (biopsias) será manipulado y almacenado en recipientes resistentes.
- Esterilizar dientes para fines docentes.

**Riesgo Ergonómico:**

- Contar con equipos que tengan requisitos antropométricos necesarios.



- Evitar posturas viciosas.
- Hacer reposo venoso adecuado.

#### Riesgo Psicológico:

- Evitar el estrés.
- Practicar ejercicios de relajación.
- Realizar frecuentemente ejercicios físicos al aire libre.

#### CONCLUSIONES

- Los riesgos, biológicos, físicos y ergonómicos son los que con mayor frecuencia afectan al estomatólogo.

#### ABSTRACT

The level of information of them about the main risk to which they are exposed, this will contribute in a special The health of workers gains importance everytime more in modern life, that is v is necessary to increase way to the promotion and prevention of health as to diseases assuring a better quality of life. An extensive bibliographic review was carried out with the aim of classi didactically all risks to which odontology personnel is exposed and at the some time it was deepen into elements that involve each of them as well as measures of prevention and protection v were taken into account. Concluding, odontologist are most affected biologic, ergonomic and physical risks.

#### DeCS: RISK FACTORS; DENTAL STAFF

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rodríguez Merconchini M, Granda Ibarra A, Carballoso Hernández M, Carrasco Amargo C, Garriga Sarría E. Higiene del trabajo. Rev Cubana Hig. Epidemiol 1993;31(2):57-62.
2. Cuba. Ministerio de Salud Pública. Higiene y epidemiología para estudiantes de Estomatología. La Habana: Editorial Pueblo y Educación; 1988.p.336-65.
3. León Columbié A. El riesgo, su conceptualización, breves anotaciones. Manual de Aspectos Básicos conceptuales en la estrategia cubana de salud de los trabajadores. Ciudad de Habana: Editorial Pueblo y Educación; 1998.p.115-8.



4. Darinka Medic S. Consideraciones a tomar en cuenta en la bioseguridad de la clínica odontológica. Rev Bioseguridad 1995;44(30):574-5.
5. Rodríguez Calzadilla A. Enfoque de riesgo en la atención estomatológica. Rev Cubana Estomal 1997;34(1):41-2.
6. Cuba. Ministerio de Salud Pública. Curso de medicina del trabajo. La Habana: Editorial Orbe; 1998.p.17-24.
7. Cuba. Leyes, decretos, etc. Decreto Ley No. 190 de la seguridad biológica. Ciudad de la Habana: CITMA, PNUMA, FMAN, 1999.
8. Jiménez Sandoval O, Álvarez González A, Alfonso Cruz MA, Villalón Oramas M, Reyes Chacón X, Carnata Del Busto R. Conociendo sobre VIH. Manual para el personal de salud y médicos de la familia de Cuba. La Habana: Editorial Pueblo y Educación; P 55-6, 54-7.
9. Sosa Rosales M, Majaiber de la Peña A. Análisis de la situación de salud en las comunidades "Componente bucal": una guía para su ejecución. La Habana: MINSAP; 1998.p.3.
10. Dechaume M, Grellet M, Laudenbach P. Estomatología. La Habana: Instituto Cubano del Libro; 1985.p.431.
11. Gil-Garcedo LM, Enfermedades producidas por el ruido. Clínica 1995;(9):109-20.
12. Corzo-Alvarez Delgado G. Daño ocular e iluminación en trabajadores de una industria. Rev Investigación Clínica 1997;38 (3):113-26.
13. López Macías AM, Zapata Rodríguez OH. Identificación de los factores de riesgo durante el uso y manipulación de materias dentales y conocimientos de los factores protectivos. Rev F Odontol Colombia 1998;(193):48-56.
14. Saez D, Borroto M. Vigilancia individual de la exposición ocupacional al roentgen diagnóstico. Rev Cubana Hig epidemiol 1995;33(1-2):3-9.
15. Martínez Duneker RC, Fosado Márquez MG. Aspectos biológicos y médico básico sobre las radiaciones. Bol Med Hop Infant Mex 1995; 52(11):669-78.
16. Osorio Díaz Y, Fajardo Marino F, James R. Medio ambiente electromagnético en consultorios odontológicos. Rev Fed Odontol Colomb 1998;(193):9-14.
17. Criscuolo ML, Tschopp V, Serra de Criscuolo MT. Alergia a nuestros materiales de trabajo: un riesgo para el odontólogo. Claves Odontol 1996;3(19):9-10.
18. López Macías AM, Zapata Rodríguez OH. Identificación de factores de riesgo durante el uso y manipulación de los materiales dentales y conocimientos de los factores protectivos. Rev Odontol Colombia 1998;(193):48-56.
19. Cadavid Velásquez AL, Chavarriaga Giraldo N, González Villa CL. Estudio de las concentraciones sistémicas de mercurio en los egresados del Instituto de Ciencias de la Salud CES en los años 1982 - 1989. CES Odontol 1994;7(2):35-40.
20. Alvarez Denis J, Enfermedades profesionales en Cuba. La Habana: Editorial Científico Técnica; P 1987: 11-7.
21. NC 19-03-18: 1983. Trabajos con mercurio. Requisitos generales de seguridad.
22. Zermeño Ibarra JA, Carrillo Martínez J, Merrado Matínez EG, Villanueva Neuman Y. Hipersensibilidad al látex, un problema que está surgiendo. Rev ADM 1996;53(27):403-5.



23. Field E A. Atopy and other risk factors for use dentists repositing and adverse reaction to latex gloves. Contact Dermatitis 1998; 38 (3): 132-6.
24. Guay AH. Commentary: ergonomical related disorders in dental practice. J am Dent Assoc 1998; 129 (2):184-6.
25. Bramson J B, Smith S, Romagnoli G. Evaluating dental office ergonomic. Risk factors and hazards. J am Dent Assoc 1998;129(2):174-83.
26. Saguy PC, Cruz Filho Am, Souza Neto MD, Pécora JD. Ergonomia e as doencas ocupacionis do cirurgiao dentista: parte - I - introducao e agentes fisicos. ROBRAC 1996;6(19):25-8.
27. Ramírez Amador VA, García EDR, González Guevara M, Hernández C. Prevención y control de infección en Estomatología. Rev ADM 1993;50(6):351-63.
28. Benenson Abram S. Manual para el control de las enfermedades transmisibles. (SL) OPS; 1997.p.230-49, 416, 23, 435.
29. Organización Panamericana de la Salud. La salud bucodental: repercusión del VIH/SIDA en la práctica odontológica. Washington: OPS, OMS; 1995.p.29,38.
30. Programa Nacional de Control y Prevención del VIH/SIDA. Cuba 1997.
31. Butista LE, Orostegui M. Atención dental asociada a un brote de infección por VIH en pacientes en diálisis. Rev Panam Salud Pública 1997;2(5);319-27.
32. Waldemar DR, Pauluson L, JenKins L. Desinfection/Sterilization in VS dental practices behavior and attitudes. Gen Dent 1998; 46(3):290-3.
33. Instantáneas. El sida en los años noventa. Rev Panam Salud Pública 1999;5(1):39-40.
34. Alvarez González M. Es el estrés un problema científico independiente. Ciudad de la Habana: Editorial Científico-Técnica; 1998.p. 103.

Correspondencia:

Dra. Nelia Espeso Nápoles.

Email: nmen@finlay.cmw.sld.cu





Ministerio de Salud y Ambiente



## AUTORIZACIÓN INDIVIDUAL DE USO DE EQUIPOS DE RX. (2006 – 2007)

### En qué consiste.

Este trámite es necesario para hacerse responsable de uso de equipos de Rx, es de validez Nacional, conforme Ley 17557 Art. 17 y 34, ya sean equipos Médicos, Odontológicos, veterinarios, Industriales, etc.

### Qué documentación se debe presentar. Requisitos.

#### Documentación a presentar:

Existen 5 categorías de Autorizaciones individuales:

#### a) Radioterapia:

- 1) Fotocopia del título de Médico.
- 2) Fotocopia Curso de Radiofísica Sanitaria.
- 3) Acreditar una experiencia no menor a 3 años en el tema, en organismos públicos o privados, debidamente autorizados.
- 4) Fotocopia de la matrícula profesional.

#### b) Radiodiagnóstico:

- 1) Fotocopia del título de Médico.
- 2) Fotocopia del Curso de Radiofísica Sanitaria.
- 3) Fotocopia del título de especialista o certificado que acredite una experiencia no menor a 1 año en el tema, emitido por organismos o establecimiento oficiales o privados legalmente autorizados.
- 4) Fotocopia de la matrícula.

#### c) Complemento profesional:

- 1) Fotocopia del título de Médico.
- 2) Fotocopia del Curso de Radiofísica Sanitaria.
- 3) Fotocopia de la Matrícula.
- 4) Acreditar una experiencia no menor a 1 año, mediante certificado extendido por el médico autorizado bajo cuya dirección se realizó la práctica.

#### d) Radiodiagnóstico dental:

- 1) Fotocopia del título de odontólogo.
- 2) Fotocopia del curso de Radiofísica Sanitaria.
- 3) Fotocopia de la matrícula.

#### e) Casos Especiales

- 1) Fotocopia del curso de Radiofísica Sanitaria.

NOTA 1: En caso de no poseer matrícula nacional, deberá adjuntar certificado de matrícula provincial, válida sólo dentro del mes de emisión.



Ministerio de Salud y Ambiente



NOTA 2: NO SE INICIARAN TRAMITES QUE NO INCLUYAN LA TOTALIDAD DE LOS DOCUMENTOS REQUERIDOS. SERA CAUSAL DE SUSPENSION Y/O DENEGATORIA DEL TRAMITE LA OMISION, NO - CUMPLIMIENTO O FALSEDAD DE LOS DOCUMENTOS PRESENTADOS.

### **Cómo se hace.**

- 1.- Confeccionar Solicitud (con carácter de declaración jurada), adjuntar requisitos de acuerdo al tipo de Autorización solicitada.  
Presentación de la documentación en el 7mo. Piso, Oficina 3 (Radiofísica Sanitaria) del Ministerio de Salud y Ambiente, en el horario de 11:00 a 13:00 y de 14:00 a 16:00.  
Allí se verifica que la documentación sea la correcta y este completa, de ser así se entrega el aviso de pago, para continuar con el trámite.  
Si la documentación no fuese la adecuada, deberá presentarse nuevamente.
- 2.- Con el aviso de pago, el interesado debe abonar en la Tesorería del Ministerio de Salud y Ambiente.
- 3.- Se retira en la misma oficina y horarios a los 15 días

### **Cuánto vale.**

El arancel de la Autorización Individual es de \$60.-

La única forma de pago es en EFECTIVO.

El mismo se abona en la Tesorería del Ministerio de Salud y Ambiente, 1º Piso en el horario de 10:00 a 13:00 y de 14:00 a 15:00.

### **Quién puede/debe efectuarlo.**

El titular o un tercero debidamente autorizado por el mismo.

### **Cuándo es necesario realizar el trámite.**

Previo a gestionar la habilitación de cualquier equipo generador de Rx.

(Toda habilitación de un equipo generador de Rx, requiere un responsable que posea Autorización Individual de Equipos de Rx).

### **Qué vigencia tiene el documento tramitado.**

Permanente.



Ministerio de Salud y Ambiente



**Cuántas veces debería asistir al organismo para hacer el trámite.**

**Debería asistir 2 veces:**

- 1.- Entrega de documentación y abono de arancel.
- 2.- Retiro del documento.

**Dónde se puede realizar el trámite.**

Dirección de Registro, Fiscalización y Sanidad de Fronteras  
Piso7, Oficina 3, Radiofísica Sanitaria  
Horario de atención: 11:00 a 13:00 y de 14:00 a 16:00.



Ministerio de Salud y Ambiente

Dirección de Registro, Fiscalización y Sanidad de Fronteras  
Area Radiofísica Sanitaria  
N°.....

**SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN INDIVIDUAL (\*)  
LEY 17.557 – DECLARACIÓN JURADA**

DATOS PERSONALES:

APELLIDO:..... FECHA DE NACIMIENTO: .....

NOMBRE:..... NACIONALIDAD:.....

DOMICILIO: ..... N° ..... PISO: ..... DEPTO: .....

LOCALIDAD:..... PDO/DEP.....

PCIA.....

TELEFONO:..... LE/LC/DNI/CI:..... POLICÍA.....

TÍTULO PROFESIONAL:..... FECHA GRADUACIÓN:.....

MATRÍCULA N°.....

SE SOLICITA AUTORIZACIÓN PARA ACTUAR COMO RESPONSABLE DEL USO DE EQUIPOS DE RAYOS X DESTINADOS A:

"a") RADIOTERAPIA "d") RADIODIAGNOSTICO DENTAL

"b") RADIODIAGNOSTICO CLINICO "e") OTRAS FINALIDADES \*

"c") RADIODIAGNOSTICO SOLO COMO COMPLE-  
MENTO PROFESIONAL

\* Incluye usos industriales, de investigación, veterinarios, otros.

CURSOS REALIZADOS SOBRE EL TEMA RADIACIONES IONIZANTES (adjuntar certificaciones)			
FECHA	DENOMINACION DEL CURSO	DICTADO POR	EXTENSION

EXPERIENCIA PREVIA EN TRABAJOS CON RADIACIONES IONIZANTES (adjuntar certificaciones)						
DESDE		HASTA		ESTABLECIMIENTO	DIRECCIÓN	CARGO Y/O TAREA
MES	AÑO	MES	AÑO			

ESTABLECIMIENTOS EN LOS QUE SE DESEMPEÑA ACTUALMENTE			
Fecha de iniciación	ESTABLECIMIENTO	DIRECCIÓN	CARGO Y/O TAREA

(\*) Con anterioridad solicitó Autorización Individual? SÍ  NO

FECHA : ..... FIRMA:.....

## COMO AFECTA EL ESTRÉS EN LA SALUD DEL CIRUJANO DENTISTA

Autores: Bravo Ramirez Berenice; Flores Nava Mariela; González Atala Ursula; Márquez Vera Violeta;

Martínez Arcos Dulce.

Asesores: C.D. Galván Toledo Fernando; C.D Rojo Botello Hilda

Resumen.

El ejercicio de la profesión del Cirujano Dentista es arduo, tenso e implica el deterioro físico, emocional y mental. Todos los procedimientos operatorios dentro del consultorio dental involucran un alto grado de atención y perfección por parte del dentista.

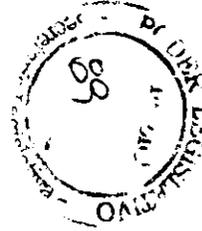
Dentro de la profesión se maneja mucho stress, las condiciones en que trabaja el dentista no siempre son las adecuadas, el utilizar técnicas inadecuadas y con un enfermo que casi siempre aparece con hostilidad y stress. Stress que absorbe el Cirujano Dentista. Encontramos que de los 100 Odontólogos encuestados los que presentan mas problemas relacionados con el estrés son las personas que tienen compromisos diversos como el estar casados, tener hijos, mantener un consultorio propio y todas las presiones económicas dentro y fuera del consultorio, así como las demandas familiares lo llevan a mantener una vida saturada de estrés, y la mayoría no libera el estrés con las vacaciones, el deporte, o algún pasatiempo, sino que se les va acumulando y es cuando surgen las diferentes enfermedades físico mentales.

Palabras clave: Stress y el dentista. La salud del Dentista

## INTRODUCCION

Generalmente el odontólogo tiene una vida sedentaria, inactiva, tiende a ser perfeccionista, nervioso e irritable, autoritario y es obsesivo-compulsivo.  
El ejercicio de la profesión del C.D. es arduo, tenso e implica deterioro físico, emocional y mental por lo que puede considerarse de alto riesgo. (1)

El C.D. realiza su actividad generalmente aislado en un espacio limitado, con apremio de tiempo, en posiciones forzadas, con un área de trabajo restringida a una cavidad bucal con condiciones no óptimas, estas



expectativa de vida mas confortable.(3)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

?Cómo afecta el Stress en la salud del Cirujano Dentista?

Existen pocas investigaciones sobre la relación entre el estrés y las principales enfermedades que afecta a los Cirujanos Dentistas por ejercer la profesión, de allí nace la inquietud por investigar de ello

OBJETIVOS.

- Determinar las principales enfermedades del Cirujano Dentista ocasionadas por el stress en la práctica odontológica.

METODOLOGIA

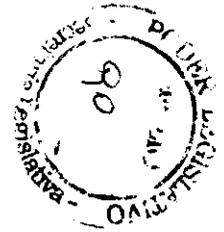
Participaron en este estudio 100 cirujanos Dentistas de la Unidad de Especialidades Odontológicas ubicada en Lomas de Tecamachalco Edo. De México.

Se elaboro un cuestionario a partir de la escala de estresores hospitalarios de Vollicer y Bohanon (1975), y de las adaptaciones sobre la misma realizadas por Kendall (1987) y por López et al. (1990). La escala final responde a si el estresor ocurre durante la practica odontológica. [La forma que se elaboro se les pregunta cada uno de los acontecimientos que le habian ocurrido o no y, en su caso que valorasen además, el grado de malestar]

Los datos obtenidos en las encuestas se vaciaron en un cuadro de propósito general para valorar el propósito de esta investigación. (Anexo B)

La encuesta realizada consta de un ítemes agrupados en cinco factores referidos a su profesión, antecedentes personales, patologías, y personal

RESULTADOS





articles search | articles | previous | next | author | subject | form | name | alpha

RCOE  
Print ISSN 1138-123X

RCOE vol.10 no.5-6 Madrid Sept.-Dec. 2005

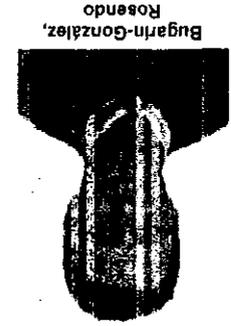
→download article in PDF format

# Los trastornos musculoesqueléticos en los odontostomatólogos

Musculoskeletal disorders in dental professionals

Bugarín-González, Rosendo\*  
Galego-Feal, Pablo\*\*  
García-García, Abel\*\*\*  
Rivas-Lombarero, Pedro\*\*\*\*

\*Doctor en Medicina. Subdirección General de Docencia e Investigación Sanitaria. SERGAS.  
\*\* Doctor en Medicina. Profesor Asociado de la Facultad de Medicina y Odontología. USC.  
Subdirección General de Docencia e Investigación Sanitaria. SERGAS.  
\*\*\* Doctor en Medicina. Profesor Titular de la Facultad de Medicina y Odontología. USC.  
Servicio de Cirugía Maxilo-Facial. Complejo Hospitalario Universitario de Santiago.  
\*\*\*\* Doctor en Medicina. Profesor Asociado de la Facultad de Medicina y Odontología. USC.



Bugarín-González,  
Rosendo

How to cite this article

(globales) de trabajo en las molestias, pero si hallaron diferencias cuando únicamente se consideraran las horas semanales de trabajo frente al paciente. Otra forma original de análisis es la publicada por Ratzon y col<sup>14</sup>. Estos investigadores tuvieron en cuenta la «carga humana de trabajo» y no encuentran que tenga relación con los síntomas. Dicha carga está en relación con varios factores como pueden ser el número de dientes atendidos por hora o el número de sesiones con tratamientos paralelos.

## 2. Factores individuales

Lógicamente, pueden ser múltiples. Entre ellos destacan las características personales (edad, sexo), el estilo de vida (alimentación, sedentarismo, actividades de ocio) y por supuesto, las patologías asociadas (fundamentalmente enfermedades crónicas como la diabetes o la artritis reumatoide).

La mayor parte de los autores hallan diferencias en el dolor atribuidas al sexo pero lo que no está tan claro es el motivo. En cualquier caso, parece ser que no es algo específico de la profesión de odontostomatología. Letho y col<sup>127</sup> encontraron una incidencia de dolor de hombro en mujeres dentistas mayor que en los varones y lo relacionan con un peor tono muscular aunque piensan que también podría influir la osteoporosis. Moen y Bjorvatn<sup>22</sup> obtuvieron mayores molestias en las mujeres dentistas pero los resultados son similares a los de su grupo control de oficinas, no habiendo diferencias significativas entre ambos grupos. Piensan que la influencia del sexo podría deberse a factores desconocidos o bien al trabajo en el hogar. Igualmente Rundcrantz y col<sup>18</sup> atribuyeron la mayor frecuencia en el sexo femenino a diferencias en el trabajo doméstico. También Marshall y col<sup>13</sup>, concluyeron que el sexo condiciona diferencias en la presencia de síntomas musculoesqueléticos. Finseth y col<sup>18</sup> no encontraron influencia alguna debida al sexo si bien, el tiempo de trabajo de las mujeres de su muestra fue el 80% de la jornada de los hombres.

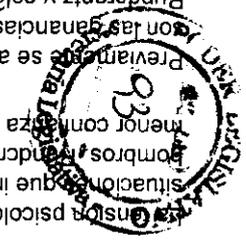
El papel de la edad aun es más controvertido. Para algunos autores el dolor de espalda y cervical permanecen estables con la edad<sup>127,13,20,23</sup>. Otros, consideran que las molestias musculoesqueléticas son máximas en torno a la sexta década, es decir, aumentan progresivamente con la edad<sup>10,14,24</sup>. Un tercer grupo considera que las molestias en los profesionales más jóvenes<sup>18,21</sup>. Creen que este hecho podría deberse al efecto del trabajador saludable (los enfermos se jubilaron precozmente) o bien a diferentes formas de trabajo en función de la edad. Aunque, indudablemente, la edad del profesional está íntimamente relacionada con la antigüedad en la profesión, algunos estudios encuentran que esta última puede comportarse como una variable independiente<sup>22,23,24</sup>.

Varios autores<sup>14,20</sup> no encuentran asociación entre el índice de masa corporal y los problemas musculoesqueléticos en los dentistas. Sin embargo, Letho y col<sup>127</sup> concluyeron que en las mujeres índices de masa corporal más altos se relacionan con mayor probabilidad de dolor lumbar. Santos y Barreto<sup>9</sup> manifestaron que el dolor de hombro es menos frecuente en los dentistas más altos y sugieren que podría estar en relación con el menor esfuerzo muscular que necesitarían realizar.

Varios autores analizaron, con resultados dispares, el papel del ejercicio físico como actividad preventiva de las molestias musculoesqueléticas en los dentistas. Szymanska<sup>25</sup> halló una relación estadísticamente muy significativa, en su muestra de dentistas, entre la actividad física y una opinión muy positiva en efectividad terapéutica y profiláctica. Sin embargo, paradójicamente, no encontró relación entre la práctica regular de ejercicio físico y el número de molestias. Tampoco Diakow y Cassidy<sup>16</sup> ni Rundcrantz y col<sup>18</sup> encontraron diferencias dependientes de la práctica deportiva regular. Murtonmaa<sup>15</sup> hizo una consideración peculiar: aunque se muestra satisfecho por el hecho de que la mayoría de los dentistas estudiados realizaba ejercicio físico regular, se decepcionó por la baja práctica de algo, que él considera importante, como es la gimnasia y los ejercicios de relajación muscular en el propio lugar de trabajo. Letho y col<sup>127</sup> analizaron el «fitness físico» en función de la capacidad funcional muscular medida con un test ergométrico y encontraron que una baja capacidad funcional muscular se asoció con más molestias lumbares bajas y en los hombres. Se considera que el ejercicio aeróbico previene o mejora el dolor en general, facilita la pérdida de peso, fortalece el tronco y el estiramiento de estructuras musculoesqueléticas y parece ser útil para aliviar el dolor de espalda. En este contexto, el ejercicio físico persigue dos objetivos: a) Fortalecimiento de la musculatura que va a recibir un mayor trabajo: ejercicios de dorsales, lumbares y abdominales. El aumento del contenido abdominal y la laxitud de la pared abdominal tienden a producir hiperlordosis lumbar como consecuencia de la tensión muscular para mantener el equilibrio<sup>26</sup>. b) Estiramientos específicos de los grupos musculares que sufren cargas posturales mantenidas<sup>19,22</sup>.

No menos importante son otras actividades que contribuyen a mantener una buena salud en general: adecuada alimentación, evitar el tabaco y el abuso de alcohol, ingerir cantidades adecuadas de agua. Es indudable que todos estos factores se han vinculado con una buena fortaleza y flexibilidad. Aun siendo básicas y elementales, no se pueden dejar de mencionar otra serie de recomendaciones como son evitar los zapatos de tacón alto y los de plataforma que van a aumentar la curvatura lumbar e inclinan la pelvis. Tampoco se deben utilizar pantaloneros ajustados (vaqueros) que pueden debilitar la musculatura abdominal, alterando la estática de la columna vertebral. En cuanto al sueño, se debe dormir en un colchón adecuado, preferiblemente en decubito supino y lateral evitando el decubito prono pues aumenta mucho la lordosis lumbar<sup>27</sup>.

## 3. Factores psicosociales



En la literatura psicológica elevada durante el trabajo (estrés), la monotonía, el trabajar «contra el tiempo», la mala relación con los colegas o los superiores son situaciones que incrementan el riesgo<sup>28</sup>. Estos factores pueden incluir una tensión muscular que origina fundamentalmente dolores musculoesqueléticos a nivel de la nuca y los hombros. Runderantz y col<sup>29</sup> encontraron que los dentistas con problemas cervico-braquiales mostraron menor satisfacción con su ambiente de trabajo, peor salud psicósomática y menor confianza en el futuro que los dentistas sin molestias en dichas localizaciones.

Previamente se analizó el papel de la carga de trabajo. Varios autores admiten que puede haber una variable que actúe como confusión al estudiar las jornadas laborales. Dicho factor con las ganancias económicas. Se admite que los profesionales con rentas altas pueden tener una mayor satisfacción en el trabajo y ello trae como consecuencia menos molestias. Runderantz y col<sup>29</sup> y Letho y col<sup>12</sup> encontraron relación entre los problemas del aparato locomotor y la insatisfacción y ésta, a su vez, con la remuneración. Asimismo también indicaron que, por el mismo motivo, aquellos profesionales que son asalariados o con sueldo a comisión gozan de peor salud musculoesquelética que los privados.

Es fundamental que el profesional de la odontología ponga en práctica medidas para prevenir este tipo de problemas. La adopción de horarios flexibles, la comunicación y reuniones con otros profesionales, los ejercicios de relajación, los descansos frecuentes y el ocio, podrían ser algunas de ellas. Harris y Crabb<sup>30</sup> señalan que los tres mejores medios para evitar la rutina y el estrés físico y mental son: aprender a controlar o resolver el origen de la tensión, desarrollar un modo de vida saludable y cultivar la satisfacción en el trabajo.

### Discusión

Para finalizar, a modo de conclusión, es preciso tener en cuenta que la etiología de los problemas en el aparato locomotor de los dentistas es multifactorial y, por lo tanto, para su prevención será necesario prestar atención a tres factores: trabajador, trabajo y lugar de trabajo. Las medidas pasan fundamentalmente por una forma de trabajo en la que se traten de espacios los movimientos repetitivos y las posturas estáticas mantenidas alternando con frecuencia la posición de trabajo, planificando procedimientos variados a lo largo de la jornada habitual, utilizando un adecuado equipo ergonómico y estableciendo descansos frecuentes. No menos importante es el estilo de vida: mantenerse en el peso ideal, evitar el consumo de tabaco y alcohol, realizar ejercicio físico de forma regular y dedicar tiempo al ocio.

### Bibliografía recomendada

*Para profundizar en la lectura de este tema, el/los autores consideran interesantes los artículos que aparecen señalados del siguiente modo: \*de interés \*\*de especial interés.*

1. Malchaire J, Indestege B. Troubles musculoesquelétiques. Analyse du risque. Institut National de Recherche sur les Conditions de Travail INRCT, 1997.
2. Artazkoz JF, Villar MF. Enfermedades profesionales de las extremidades superiores. Medicina Preventiva. 1997;4:6-12.
3. Andrews N, Vigoren G. Ergonomics: muscle fatigue, posture, magnification, and illumination. Compend Contin Educ Dent. 2002;23:261-72.
4. \*\* Ministerio de Sanidad y Consumo. Secretaría General Técnica. Protocolos de Vigilancia Sanitaria Específica. Posturas forzadas. Madrid: Centro de Publicaciones, 2000. Se trata de un protocolo elaborado por un grupo multidisciplinario de expertos para la atención, desde la óptica de la medicina del trabajo, de los trabajadores que se dedican a actividades con riesgos de posturas forzadas mantenidas. Aunque no es específico de los profesionales de la odontología, explica muy bien la evolución de estos problemas.
5. \*\* Burke FJ, Main JR, Freeman R. The practice of dentistry: an assessment of reasons for premature retirement. Br Dent J. 1997;182: 250-4. Artículo muy elegante que analiza las razones de las jubilaciones prematuras de los dentistas del Reino Unido. Refleja la importancia de las molestias en el aparato locomotor en este colectivo al ser la primera causa de abandono precoz de la profesión durante el período estudiado.
- 6\*. Shugars D, Miller D, Williams D, Fishburne C, Strickland D. Musculoskeletal pain among general dentists. Gen Dent. 1987;35:272-6. Aparte de tener un diseño original, aporta un análisis de las pérdidas económicas que originan los trastornos musculoesqueléticos a los dentistas norteamericanos.
7. Rucker LM, Sunnel S. Ergonomic risk factors associated with clinical dentistry. J Calif Dent Assoc. 2002;30:139-48.



## Odontología y estrés



Contenido de la revista

La odontología está catalogada como uno de los ejercicios profesionales más estresantes. La relación interpersonal, el ambiente de trabajo y las condiciones sociales son factores que influyen. Existen diferencias entre el profesional, pero la identificación de factores de riesgo ayudan a asimilar la situación y a minimizar los efectos.

mucho lo que se habla con respecto a lo que es el ejercicio profesional de la odontología y el estrés que lo acompaña. Se considera que los mayores índices en salud se deben a odontólogos, psiquiatras y anestesiólogos. Una revisión de artículos publicados entre el 2000 y el 2002, muestran una clara evidencia de los factores que influyen para este hecho y dan algunas recomendaciones hacia el futuro para permitir un adecuado desarrollo profesional.

### ?Qué evidencia existe desde la universidad?

Naidu et al, en 2002, muestran la relación existente entre el estrés y los años de estudio y hacen referencia a las implicaciones que tiene el cambio de tipo de práctica entre preclínica y clínica. Se encontró que los cambios fueron más estresantes para las mujeres que para la mayoría de los hombres.

Humphris et al, en 2002, muestran los resultados de un estudio adelantado entre 7 facultades de odontología de Europa. El 36% de los encuestados reportó estrés psicológico significativo traducido en morbilidad, dato muy similar al reportado en facultades de medicina. El 22% mostró sobrecarga emocional. La diferencia de estrés entre facultades no fue significativa y existe alguna evidencia de que el contacto con pacientes y el nivel de apoyo brindado por el hogar pueden ayudar en el proceso. Como dato curioso, los niveles de carga emocional encontrados entre los estudiantes de primer año de odontología fueron mayores de lo esperado.



Ejercicio profesional y administración



Micic y Brodsgaard en 2001 muestran que el 50% de los odontólogos en cuestionados perciben la odontología como más estresante que otras profesiones. Los factores más estresantes de la práctica fueron: cumplir con las citas, el dolor del paciente, sobrecarga de trabajo, incumplimiento y ansiedad del paciente. Las causas percibidas de ansiedad por parte del paciente fueron sentir dolor, trauma durante el tratamiento, problemas psicológicos hacia la odontología, sensación de su condición dental y cargas económicas. Los odontólogos por encima de los años de práctica muestran que el mayor factor de ansiedad se relaciona con problemas psicológicos de los pacientes hacia los tratamientos. Se concluyó que los aspectos psicológicos de la práctica dental tienen gran significado y se requieren más herramientas para aprender a manejar dicha ansiedad y el estrés profesional.

Gorter et al. en 2001 se enfocan a monitorear los factores estresantes del trabajo y encuentran que aparte de la relación paciente odontólogo hay otros aspectos estresantes como la interferencia del gobierno y entidades aseguradoras, entre otras. Los odontólogos nombrados sienten presión por la pérdida de perspectiva profesional y la gerencia del consultorio, mientras que las odontólogas sienten mayor presión por la incertidumbre de las situaciones profesionales.

**El hecho de identificar que existen riesgos biológicos, físicos,**

**psicológicos, ambientales, entre otros, para el ejercicio profesional,**

**ayudará a que se minimicen sus efectos en el momento de presentarse**

**?Qué relación tiene el medio ambiente laboral con el estrés?**

El ambiente laboral es una constante fuente de estrés para el odontólogo por la posibilidad de contagio de enfermedades en el consultorio tales como hepatitis B, VIH, hepatitis C. La evidencia muestra que los odontólogos poseen 10 veces más riesgo de adquirir una hepatitis B que el promedio de los ciudadanos, pero permanecen aún de bajo riesgo en adquirir el VIH. Araujo en 2002 recomienda sa énfasis en las estrategias de control de infecciones y esterilización y el diseño de protocolos escritos sobre manejo de instrumental, limpieza de campos operativos y manejo de traumas e injurias, lo cual permitirá el desanjo de una práctica que recunde en una forma segura de prestar servicios, trabajar y proteger el equipo de trabajo y el personal a lo que se suman De Meic y Corrallo en 2000 al hacer referencia a la educación adicional necesaria para proveer una percepción más real de los riesgos que implica la hepatitis B y C y el VIH en las consultorios odontológicos y entre los estudiantes de odontología, así como el uso de todas las medidas recomendadas para el control de infecciones.

Odontología se asocia usualmente como un trabajo húmedo con alto riesgo de daño de la piel y las manos, expuestas a irritantes y sustancias sensibilizantes de los materiales dentales y los guantes. Los irritantes del aire pueden estar también presentes. Anderson et al. en 2001 demuestran a través de una encuesta que el 6% de los profesionales ha consultado a un médico, aunque el 22% ha notado síntomas en la piel relacionados con el trabajo. En 2%, los síntomas de la piel han causado enfermedades y el 2% lo ha reportado como enfermedad ocupacional. 2% ha consultado por problemas de calidad del aire lo cual es una menor parte del 13% que ha experimentado síntomas por contacto con materiales dentales. Menos del 1% ha enfermado por problemas del aire. Se muestra que las enfermedades relacionadas con piel y con calidad del aire de trabajo rara vez afectan la decisión de continuar en el ejercicio profesional.

Al Vazzen et al. en 2001 reportan sobre la prevalencia de objetos extraños en los ojos. El promedio es del 42,3% entre odontólogos y



Al Wazzan et al. en 2001 reportan sobre la prevalencia de objetos extraños en los ojos. El promedio es del 42,8% entre odontólogos y técnicos dentales. Casi un 50,6% de los odontólogos tiene objetos extraños en sus ojos contra un 22,2% de los técnicos dentales, situación que no se presenta entre los sistemas de cirugía oral. El 27% de las mujeres refiere objetos extraños en ojo contra un 7% de los hombres (figura 4). Potencia a este el 23,5% de las mujeres ha tenido conjuntivitis contra un 7,14% de los hombres. El 75% de los que usan protectores oculares ha tenido la condición y el 57,2% nunca ha tenido conjuntivitis. La severidad del daño fue mayor en los técnicos dentales, 13,6% contra un 4,4% de los odontólogos. El 30% de los usuarios de barreras oculares sufrió injurias. Esto lleva a concluir que se debe promover el uso de protección ocular entre todos los odontólogos y técnicos.

Newton et al. en 2002 publican los resultados de su estudio en el cual describen y comparan los niveles de estrés reportados por diferentes especialidades odontológicas y sorprende que no existe diferencia entre ellas, aunque los odontopediatras muestran unos mayores porcentajes de estrés con respecto a los demás. Este estudio complementó el de Halimuddin et al. en 2001, quien mostró la incidencia de dolor musculoesquelético en regiones específicas entre 5 000 odontólogos, auxiliares y personal de apoyo en odontología entrevistados. Se identificó la prevalencia del dolor y la región según la especialidad.

### Conclusión

La odontología está muy relacionada con el arte, lo que lleva a generar una actitud de perfeccionismo. Harrison / Schweitzer en 2000 muestran la relación existente entre la idea del perfeccionismo y el suicidio entre estudiantes de tercer año y se vio que la idea del suicidio estuvo asociada con altos puntajes de perfeccionismo a lo cual no estuvo asociado ni el género ni la edad. El perfeccionismo es un gran atributo para alcanzar logros, pero los hallazgos indican que en altos grados se asocia con vulnerabilidad al suicidio. Habrá necesidad de entender la interacción entre personalidad y temperamento, factores del medio ambiente y comportamiento autodestructivo.

Alexander en 2001 encuentra que en las facultades los alumnos reciben capacitación sobre el manejo del estrés, situación que no cubre a los estudiantes de higiene y de postgrado. Aunque algunos odontólogos han recurrido al suicidio o a cambiar de ejercicio para buscar otras recompensas, los datos no son concluyentes sobre la incidencia del estrés sobre él. Lo importante radica en identificar las causas del estrés para proveer asistencia a la población afectada por él.

Carter propone una planeación estructurada del ejercicio profesional para el manejo del estrés. Los efectos del estrés y Lipore y Brodsgard recomiendan que, debido a que los aspectos psicológicos de la práctica dental tienen gran significado, se requirieren más herramientas para aprender a manejar dicha ansiedad y el estrés profesional.

La evidencia sugiere que desde la Academia se brinden herramientas a los estudiantes que les ayude en la intervención de factores que pueden afectar su práctica profesional. El hecho de identificar que existen riesgos biológicos, físicos, psicológicos, ambientales, entre otros, para el ejercicio profesional, ayudará a que se minimicen sus efectos en el momento de presentarse.

### Bibliografía

Al Wazzan KA, Almas K, Al Qabani MC, Al Shihni S, El-Khan N. Prevalence of ocular injuries, conjunctivitis

Trabajos Originales:  
DETERMINACIÓN DE LA VARIACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN SALAS DE CLÍNICA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA UNT

DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA UNT

Recibido para arbitraje: 12/01/2005

Aceptado para publicación: 24/01/2005

Granillo, Berta A.<sup>1</sup>, Komaid van Gelderen, Ana M.<sup>2</sup>, Benito de Cárdenas, I. Laura<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Cátedra de Microbiología y Parasitología, Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Tucumán, Avenida Benjamín, Arzoz 800, Código Postal: 4000, San Miguel de Tucumán, Argentina.

<sup>2</sup> Odontóloga, Docente Jefe de Trabajos Prácticos de la Cátedra de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Odontología UNT, Directora del Proyecto Control de Infección en Odontología

<sup>3</sup> Estudiante de Odontología, Integrante del Proyecto Control de Infección en Odontología

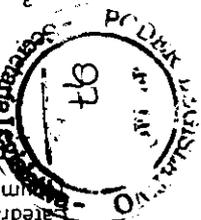
<sup>3</sup> Profesora Titular de la Cátedra de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Odontología UNT.

**CORRESPONDENCIA**

Berta Aida Granillo, Lavaiisse 1522 - C.P: 4000 San Miguel de Tucumán, Argentina

E-mail: granillo@arnet.com.ar (preferencial)

E-mail: bertag@fo.unt.edu.ar



**RESUMEN**

El control de infección es considerado uno de los principales intereses de la comunidad dental, ya que numerosos agentes infecciosos pueden transmitirse entre pacientes y el personal de la salud oral. Una de las potenciales vías de infección es el bioaerosol generado durante la práctica odontológica por los instrumentos de alta velocidad. Los aerosoles pueden ser inhalados, causando enfermedades infecciosas como gripe, tuberculosis y otras.

El objetivo de este trabajo fue determinar la variación de la contaminación ambiental de las Salas Clínicas de la Facultad de Odontología de la UNT en distintas épocas del año.

Para las siembras ambientales se utilizó el método de impactación por gravedad, exponiendo durante una hora cajas con agar sangre en diferentes zonas de las Salas Clínicas A, B y C. Fueron incubadas en aerobiosis a 37 °C, durante 72 horas.

Las exposiciones se realizaron en tres épocas del período lectivo: 1- El último día de práctica antes del receso invernal, 2- Durante el receso invernal, 3- El primer día de actividad luego del receso.

Se usó el test de Anova de medidas repetidas para determinar: Un Efecto estadísticamente significativo entre los recuentos obtenidos de cada período con un  $P < 0,0001$ . Un Efecto de interacción sala-período  $P = 0,03$ . Un Efecto de sala  $P = 0,08$  pero con una significancia del 10%.

Estos resultados apoyan la necesidad de cumplir con las Normas de Bioseguridad, y establecer un Protocolo de limpieza y ventilación en la Salas de Clínicas de la Facultad.

**Palabras Claves:** Contaminación ambiental, Aerosol infeccioso, Infección cruzada



The main interest of the dental community because there are a number of infectious agents that can be transmitted among patients and the personnel of oral health. One of the potential infection roads is the bioaerosol generated in the dentistry practice by the use of high-speed instruments. The infectious aerosols can be inhaled, causing infectious illnesses as flu, tuberculosis and others.

The aim of this work was to determine how the contamination generated by aerosols in the clinical rooms of the FOUNT evolved in different times of the year.

For this the impactation method by gravimetry was developed, using blood agar plates exposed during one hour in areas of the previously chosen rooms according to the biggest and smaller circulation of people and for the air produced by the movement of the doors. These plates were incubated at 37° C in aerobiosis during 72 hours.

The exhibitions were carried out in 3 times of the school period: 1 - before the winter recess with activity in the rooms, 2 - after the winter recess without activity in the rooms, 3 - after the winter recess with activity in the rooms.

The results obtained from the average of CFU recount are: Room A, exposition 1: 327; exposition 2: 37; exposition 3: 180. Room B, exposition 1: 163; exposition 2: 6; exposition 3: 148. Room C, exposition 1: 286; exposition 2: 27; exposition 3: 136. There were carried out statistical studies that showed the significant difference between periods of recess and activity in clinical rooms.

These results support the use of barriers of personal protection, the isolation with rubber dike during the dental treatment, and that a good ventilation is essential so that the causing microorganisms of illness of air transmission won't remain in the air of the clinic rooms, in addition to the necessity of disinfections as a routine of all the surfaces.

Supported by the Research Council of the National University of Tucumán

**Key words:** environmental contamination - infectious aerosol - crossed infection.

**INTRODUCCIÓN**

Una de las principales metas a alcanzar por la comunidad dental es el control de infección, ya que numerosos agentes infecciosos pueden transmitirse entre pacientes y el personal de la salud oral. (1,2) El riesgo de contraer infecciones se debe principalmente a que la boca es una zona de alto riesgo para la transmisión de enfermedades (3,4), el profesional trabaja en contacto con saliva y sangre (5,6). Además, los aerosoles generados, principalmente por el uso de instrumental rotatorio, son potencialmente infecciosos, pudiendo aumentar 30 veces el número de bacterias en suspensión en el aire del consultorio. (7, 8, 9,10,11)

Estas partículas pueden convertirse en dos tipos de mezclas con un diferente potencial contaminante, así pueden formar aerosoles los cuales son suspensiones de partículas o líquidos en el aire, de menos de 50 micrones de diámetro y que debido a su pequeño tamaño se depositan lentamente sobre las superficies a las que llegan. Otro tipo de mezcla que se puede originar en la práctica diaria odontológica son las salpicaduras, en este caso son partículas de tamaño mayor de 50 micrones de diámetro y que por su mayor tamaño y mayor peso van a permanecer durante menos tiempo en el ambiente y se va a depositar en un corto espacio de tiempo sobre las superficies desde su lugar de origen mediante una trayectoria parabólica y que no se ve influida por corrientes de aire. (12,13,14)

Tanto los aerosoles como las salpicaduras tienen un potencial poder infeccioso y pueden entrar en contacto con el organismo en la zona ocular, mucosas orales, mucosas nasales y sinusales así como con la piel.



Además cuando el tamaño de estas partículas es inferior a 0,5 µm estas pueden entrar y llegar hasta alvéolos ya que no pueden ser filtradas por el aparato respiratorio, por lo que los aerosoles poseen esta capacidad de llegar transportando microorganismos hasta esos lugares. Esto hace necesario poner en marcha una serie de medidas que protejan tanto al paciente como al profesional de los riesgos potenciales, mediante técnicas de barreras como pueden ser el uso de gafas protectoras, batas, gorros, tanto para el personal de la clínica como para los pacientes, el empleo de diques de goma en la cavidad oral, el uso de antisépticos que reduzcan la carga microbiana antes de iniciar cualquier tratamiento, así como la descontaminación de las superficies donde se puedan depositar estas partículas ya sea en forma de salpicaduras o aerosoles. (15,16,17)

Las enfermedades infecciosas de transmisión aérea se propagan más fácilmente en los ambientes cerrados, como en las salas de clínica, ya que el volumen de aire en el cual se diluyen los microorganismos es más bajo. (13,14,15)

Los agentes infecciosos inhalados son potencialmente patógenos y, si bien las personas inmunocompetentes no presentan mayor riesgo, el principal problema lo constituyen las personas con un sistema inmunológico comprometido, especialmente niños y ancianos. (15,16)

#### OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue determinar la variación de la contaminación ambiental en diferentes épocas del período lectivo en las salas de clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Tucumán.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

##### Área de estudio

El estudio fue realizado en las Salas Clínicas A, B y C usadas para la atención odontológica de pacientes ambulatorios de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Tucumán. (UNT).

Observar Tabla 1 y Figura 1

##### Zonas estudiadas

En cada sala se seleccionaron diferentes zonas para la obtención de las muestras, teniendo en cuenta la mayor y menor circulación de personas y el batido producido por las puertas. Las zonas de mayor y menor circulación de personas fueron consideradas por ser grandes generadoras de bioaerosoles en ambientes cerrados. El batido de puertas fue tenido en cuenta por el movimiento de aire que genera contribuyendo el transporte de contaminantes biológicos provenientes del exterior y a la suspensión de partículas sedimentadas en el suelo.

##### Toma de muestras

Las muestras ambientales fueron tomadas durante tres períodos diferentes de actividad de alumnos y profesores de clínica de operatoria dental: 1- El último día de práctica antes del receso invernal (5 de julio); 2- Durante el receso invernal (26 de julio); 3- El primer día de actividad luego del receso (27 de agosto).

Se usó el método de obtención de muestra por gravitación o impactación natural.

Las siembras espontáneas fueron realizadas usando cajas de Petri: abiertas con Agar Columbia suplementado con 5% de sangre desfibrinada, expuestas durante una hora, en las zonas más bajas de la sala para obtener la mayor columna de aire impactante.

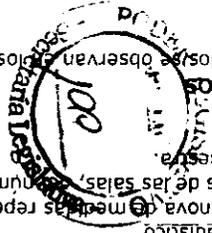
La incubación de las cajas fue realizada a 37 °C, en aerobiosis, durante 72 horas.

##### Lectura de los resultados

Se determinó el número de unidades formadoras de colonias (UFC) a las 24, 48 y 72 horas de incubación y se promedió el número obtenido de los recuentos.



Análisis estadístico  
El Test de Anova de medidas repetidas se basó en el análisis de, los recuentos de las UFC obtenidas, de las dimensiones de las salas, el número de personas en ellas y de la temperatura ambiente en el momento de toma de muestra.



**RESULTADOS**

Los resultados se observan en los Gráficos 1, 2, y 3 y en la figura 2 - Gráfica del Test de ANOVA

**DISCUSIÓN**

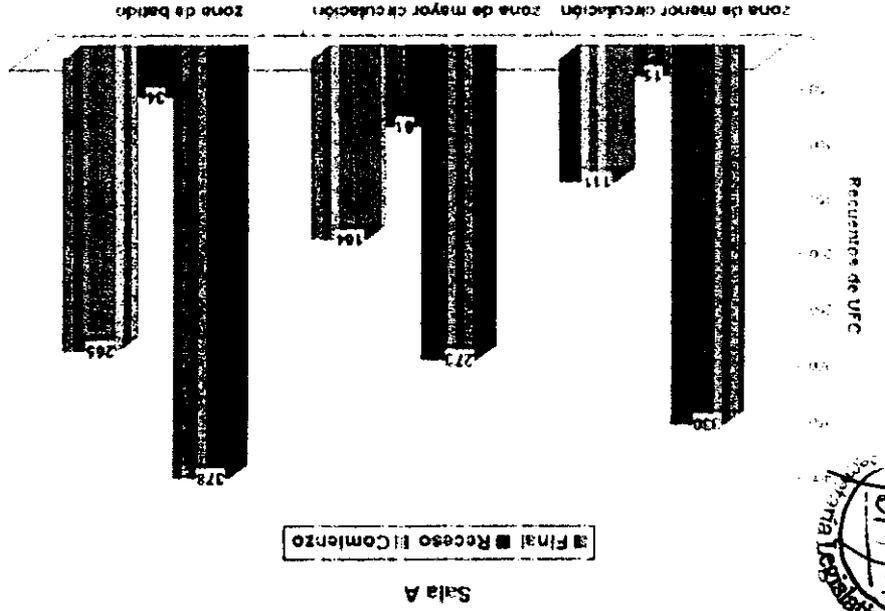
Actualmente no existe un único método para coleccionar el aire y estudiarlo. Esto se debe principalmente a que los bioaerosoles son mezclas complejas de diferentes clases de partículas. (13,14, 17,18,19). Por lo tanto no es posible determinar "Valores máximos permitidos" y no existen estándares de valoración de contaminación ambiental en el consultorio. En el presente trabajo se establece una valoración de la exposición a los agentes biológicos, comparando el número de recuentos de UFC obtenidos en las diferentes etapas del periodo lectivo. Los niveles elevados a principio de la actividad en comparación con la época de receso, que son menores a los obtenidos al final del cuatrimestre nos hace pensar en la permanencia, y por lo tanto incremento de los agentes biológicos en el aire de las salas. Este grado de elevación de la contaminación ambiental somete a las personas que permanecen en los recintos a un alto grado de exposición a patógenos de transmisión aerógena.

**CONCLUSIONES**

Las condiciones ambientales que revelan este estudio indican la necesidad de cumplir con las Normas de Bioseguridad, utilizando todas las barreras de protección, establecer un Protocolo de limpieza y ventilación de la Salas Clínicas de Odontología de la UNT, y realizar un control periódico y planificado mediante protocolos de las condiciones de higiene del aire ambiental con el fin de evaluar la correcta función de las medidas preventivas tomadas.

**AGRADECIMIENTOS**

El presente trabajo fue realizado con subsidio del Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Tucumán.



**Gráfico 1**  
**Variación de la Contaminación Bacteriana en los Periodos de Estudio, Sala A**  
 Se muestra el número de UFC obtenidas en la Sala A en los diferentes periodos estudiados (final de la actividad, receso y comienzo de actividad). Podemos observar que el número de UFC es menor en el periodo de receso y es bajo al principio de la actividad

