

# EPIDEMIOLOGIA DE LAS ENFERMEDADES OCUPACIONALES Y EVALUACION DEL RIESGO

*Dr. Hernán Oyarguren M.\**

Cuad. Méd.-Soc., XXXIII, 1, 1992/ 47-59

## SUMMARY

The Epidemiology of the Occupational Diseases is very close related to the classical methodology of the Epidemiology and Statistics for common acute and chronic diseases. Sometimes are different and specific and sometimes are similar such a case as certain cancers. The main purpose will be to know the agent and its damage, and second purpose is to know its existence in order to confirm the causality of the disease. This correlation is the assessment of risk.

The work describes a design for descriptive and analytical epidemiological studies with its advantages and disadvantages in a developing country as Chile. Examples of national and foreign countries are given in tables with their explanation. A general commentary closes the requirements needed for achieving good research and analysis of occupational diseases for the future using analytical epidemiology.

Finally, the work deals with the risk assessment and the risk management according to the opinion of selected specialists.

**Key words:** Occupational diseases Descriptive and Analytical Epidemiology; Assessment of Risk.

## PROPOSITO DE LA EPIDEMIOLOGIA EN EL ESTUDIO Y CONTROL DE LAS ENFERMEDADES OCUPACIONALES

La epidemiología en Salud Ocupacional (S.O.), al igual que en Salud Pública, sirve para diferentes

propósitos. En el campo de las enfermedades ocupacionales (E.O.), los métodos epidemiológicos son útiles para: la descripción de su evolución en el tiempo y sus variaciones en los casos expuestos a los riesgos habituales; la identificación de los factores o agentes causales y los grupos vulnerables; el conocimiento de la historia de estas enfermedades mediante el seguimiento sistemático de los expuestos y la aplicación de medidas preventivas, conocidos los factores o agentes causales que actuaron en el pasado, el presente o el futuro de su trabajo.

Además de los clásicos agentes biológicos, químicos y físicos, que afectan al trabajador causando las E.O., el cuerpo humano se ve tensionado mental y físicamente por el trabajo mismo. La actividad laboral fisiológica y psíquica se altera por falta de dispositivos ergonómicos y por el uso de nuevas tecnologías. Por ejemplo, la OMS ha descrito las consecuencias para la salud que tienen "los terminales de despliegue visual de los computadores (1). Ellos pueden producir problemas oculares y visuales, músculo-esqueléticos de tensión (Stress), cutáneos y efectos adversos en la reproducción, debido a la acción de los campos eléctricos y magnéticos del computador. Estas manifestaciones de origen ocupacional están en estudio por los expertos, que recomiendan prioritariamente medidas preventivas y tratan de llegar a un criterio en cuanto a su calificación como E.O. y al grado de incapacidad temporal y/o permanente que puedan generar.

---

\* Profesor Asociado Salud Ocupacional, Escuela de Salud Pública Universidad de Chile.  
Asesor en salud ocupacional, Instituto de Salud Pública, Ministerio de Salud.

## METODOLOGIA DEL ANÁLISIS EPIDEMIOLOGICO

Existen dos tipos de métodos epidemiológicos: el estudio descriptivo y el analítico.

*La Epidemiología Descriptiva.* Nos revela la magnitud del problema por la frecuencia (tasas) de las E.O., los tipos de trabajadores que las padecen y el tiempo que demoran en presentarse según las dosis recibidas (concepto que incluyen el tiempo de exposición al agente y la concentración de él en el ambiente laboral). La vía de ingreso del agente es mayoritariamente respiratoria, pero en algunas E.O. puede ser principalmente dérmica y en menor escala, digestiva (y a veces mixta), lo que hace difícil calcular la dosis máxima permisibles (CAMP).

Los métodos de la Epidemiología Descriptiva son más fáciles de aplicar en las enfermedades ocupacionales debidas a un factor o agente específico (saturismo, silicosis, por ejemplo). Pero si la E.O. se manifiesta clínicamente como una enfermedad común, será necesario comparar con grupos no expuestos de la comunidad y elaborar las hipótesis correspondientes. Tal es el caso de leucemias y diversos tipos de cáncer a cuyos agentes etiológicos el trabajador puede o no haber estado expuesto en el presente o en el pasado.

Los indicadores son dos: a. "incidencia", que es el número de casos nuevos que se presentan en una unidad de tiempo (meses, años) en el grupo en estudio, y b. "prevalencia", casos con las características de la enfermedad que son una fracción del grupo en estudio. Ambos indicadores se expresan en tasas por ciento, y han sido aclarados por G. D. Friedman. (2).

*La Epidemiología Analítica.* Tiene como objeto principal la comprobación o refutación de las hipótesis que se formulan sobre la génesis de una enfermedad, lo cual requiere de diseños epidemiológicos más complejos. Se trata de establecer si la exposición de una enfermedad ocupacional y cuál es la magnitud de este mayor riesgo. Los diseños de investigación son muy variados. Más adelante nos referiremos a dos métodos que son los más usados: el estudio *cohortes* y el de *casos y controles*. W. H. Frost introdujo el concepto de "cohortes" en familias de tuberculosis en 1933 (3) y Case y Hosker el concepto de "muertes observadas y esperadas" en Salud Ocupacional en 1954. (4).

## PRINCIPALES DISEÑOS DE INVESTIGACION EPIDEMIOLOGICA

En el estudio de cohortes se comparan dos po-

blaciones similares, una de las cuales ha estado expuesta al factor de riesgo que está en estudio y la otra no lo ha estado. Por una observación continuada en el tiempo se determinan la frecuencia con que ocurre la enfermedad (o la muerte provocada por ella) en cada una de estas dos poblaciones.

Si la tasa de incidencia de los expuestos se divide por la tasa de los no expuestos, se obtiene el "riesgo relativo" (RR). Cuando RR es mayor que 1, expresa cuantas veces más es posible que la enfermedad ocurra en los individuos respecto a los que no han tenido exposición al factor de riesgo.

La comparación de ambas tasas de incidencias puede hacerse también restando de la tasa de los expuestos la tasa de los no expuestos. Este es el "riesgo atribuible", que es una medida del cambio absoluto en el riesgo, que se atribuye a la exposición. Se denomina también "fracción etiológica", que es de interés en Salud Pública porque es la reducción de la enfermedad en la población si el factor de riesgo pudiera ser eliminado (Schlessman) (5).

En los estudios en tasas de mortalidad, a menudo se usa la tasa estandarizada en el grupo expuesto, dividido por el número de muertes observadas en el grupo expuesto de mortalidad (SMR o TEM), definida con el número esperado de muertes observadas en el grupo expuesto, dividido por el número esperado de muertes basado en las tasas de mortalidad del grupo no expuesto.

Otra medida es el "riesgo relativo estimado" (odds ratio). Esta medida es relativamente importante por dos razones. Primero, para enfermedades raras, se aproxima estrechamente al riesgo relativo. Segundo, la "odds ratio" puede ser determinada para un estudio sea de cohortes o de caso-control.

La cohorte en estudio no siempre es fija. La población es dinámica si se admite la inclusión de nuevas personas durante el período de estudio. También es una cohorte dinámica cuando hay personas que se pierden de la observación, lo que sucede con frecuencia; y también cuando el estudio incluye diversos estados del curso de la enfermedad (agravación, incapacidad, etc.). Son útiles entonces algunos métodos actuariales como los "años-personas en riesgo" y la tabla de vida modificadas para cohortes usadas por el I.N.O.S.H. de EE.UU. aplicando la C.I.E. de la O.M.S. Causas Externas clave E 8, revisión de 1968-1978, que no ha sido modificado y está vigente.

*El método de cohortes no es siempre un análisis prospectivo*, porque se puede investigar en el pasado de una cohorte (retrospectivamente), la ocurrencia de la enfermedad (o la muerte) y la explicación de factor en estudio, se se cuenta con un registro

adecuado de esta información. Esto es más conveniente en enfermedades de muy baja frecuencia o con un período de latencia largo, factores que encarecen una investigación prospectiva y la hacen difícil de realizar por el período largo de observación. El caso de hepatoangioma ocupacional ha sido diagnosticado por estudios de cohortes retrospectivos. Se recomienda el trabajo de R. J. Waxweiler et al (6) sobre un sistema de análisis de tabla de vida modificada para cohortes.

En el *diseño de casos y controles*, se analizan dos poblaciones, una de las cuales comprenden personas que tienen la enfermedad ocupacional (casos) y otra en que no existe (controles). En cada una de ellas se investiga retrospectivamente si hubo o no exposición al factor de riesgo en estudio. Si se cumplen ciertos requisitos de comparabilidad causal, si la proporción de expuestos al factor de riesgo es mayor en "casos" que en "controles". J. Scheleselman (5) analiza ampliamente este problema en su libro sobre los estudios de casos y controles.

En este diseño no es posible estimar las tasas de incidencia de la enfermedad en presencia o ausencia del factor de riesgo y, por tanto, tampoco se puede calcular el riesgo relativo. Si la enfermedad es poco frecuente, sin embargo, se puede obtener una aproximación satisfactoria del riesgo relativo utilizando la llamada "odds ratio".

Los dos diseños que se han mencionado tienen ventajas y desventajas relativas. En el método de cohortes prospectiva existen menos posibilidades de que se produzcan sesgos y es posible determinar directamente las tasas de incidencias y el riesgo relativo. Pero son investigaciones que requieren un tiempo prolongado, tienen un mayor costo y con frecuencia presentan el problema de pérdidas de personas durante el período de observación; no son recomendables en enfermedades de baja frecuencia.

Los estudios de casos y controles requieren menor tiempo y recursos y permiten elaborar hipótesis para estudios futuros. Pero no es posible estimar las tasas de incidencias; proporcionan sólo una aproximación al riesgo relativo y están más expuestos a sesgos. Mantel y Haenszel (7) discuten los métodos para reducir el riesgo de estas situaciones erróneas (mediante control o pareo) y las pruebas estadísticas de asociación que son más recomendables.

#### EJEMPLOS DE ESTUDIOS EPIDEMIOLOGICOS DE E.O. SEGUN NUESTRA EXPERIENCIA NACIONAL O INTERNACIONAL

A continuación se dan 9 ejemplos con tablas de

Epidemiología descriptiva y analítica según lo indicado en la metodología de análisis.

#### 1. Ejemplo de intoxicación plumbica (saturnismo)

Esta E.O. ha sido la más frecuente y estudiada desde el decenio de 1950 cuando los Servicios de Salud contaron con un laboratorio de Higiene Ocupacional que pudo evaluar los niveles de Pb inorgánico en el aire, agua y sangre y posteriormente un laboratorio de Bioquímica para determinar los indicadores biológicos (metabólicos del HEM y sus límites biológicos tolerables).

Se han observado episodios agudos desde Arica a Magallanes, que han motivado el cierre o la erradicación de plantas de óxido de plomo, desagües de barcos, recuperadores de chatarra y el permanente problema de las fábricas de baterías que puede resolverse y que analizamos ahora. Desde el punto de vista epidemiológico, los estudios se refieren a "prevalencia", ya que la "incidencia" es posible sólo en un programa con seguimiento y podrá hacerse en algunas industrias medianas (Mutuales). También hay que recordar que han llegado a los hospitales metropolitanos, enviados algunos de regiones, formas graves neurológicas (encefalitis y parálisis cubitales y peroneales), nefrosclerosis y abdominales (cuadro doloroso laparotomizado).

El Departamento de Salud Ocupacional del Instituto de Salud Pública programó un control de baterías del Área Metropolitana desde 1979 a 1984 con estudio ambiental, muestras biológicas y encuestas médicas y analizó los resultados según el criterio de daño calificado en a) *sano* (asintomático y Pb-S y ALA-U normales) b) *impregnado* (asintomático y Pb-S y ALA-U bajo el límite biológico tolerable) y c) *intoxicado* (sintomático y Pb-S y ALA-U sobre el límite biológico tolerable). (Tabla 1)

Una industria cambió de nombre 4 veces en el período por clausura. El estudio tuvo dificultad por inasistencia a los controles e imposibilidad de seguimiento; algunas empresas presentaron CAMP muy altas. Se pudo hacer sólo prevalencias. El panorama de la intoxicación en plantas de baterías sigue siendo serio en estos 40 años. Nuevas investigaciones usando otros indicadores biológicos son recomendables. El Rglato. N° 78 de 1983 está en revisión.

#### 2. Ejemplo de prevalencia e incidencia en silicosis en Chile

En 1962, a pedido del Parlamento, médicos del Ministerio de Salud, junto con los médicos de la

TABLA Nº 1

ESTUDIO DE 10 FABRICAS METROPOLITANAS DE BATERIAS, CON UN TOTAL DE 180 TRABAJADORES EN EL PERIODO DE 1980-84, SEGUN LOS DIAGNOSTICOS DE SANOS, IMPREGNADO Y INTOXICADOR

Años %	Nº de casos	Sanos		Impregnados		Intoxicados	
		Pb-S	ALA-U	Pb-S	ALA-U	Pb-S	ALA-U
1980	34	7,4 %	11,7 %	26,0 %	17,6 %	56,6 %	70,6 %
1981	32	6,2	6,2	50,0	50,0	43,8	43,7
1982	36	5,8	10,6	61,1	22,2	33,3	61,1
1983	52	28,6	25,0	50,0	36,5	21,4	38,5
1984	26	5,0	3,8	52,0	46,1	45,0	50,5

Se eliminó 1979 (45 casos) por considerarse inadecuadas las encuestas Resumen del informe de las enfermeras G. Guzmán y M. Carvajal.

empresas de la Gran Minería del Cobre, hoy Codelco, examinaron las radiografías de 4.000 trabajadores con las variables de tiempo y exposición y antecedentes de trabajo en otras minas. La empresa A era a tajo abierto y las B y C subterráneas. Esta última contaba con un buen programa de control de silicosis desde 01/01/49 y un examen de ingreso muy exigente sin exposición anterior en minas. Posteriormente

se han logrado las tasas de prevalencia e incidencia anuales de la empresa A y B (Referencia del trabajo de 1962, H. Oyanguren, Epidemiología de la Silicosis Pub. Cientif. O.P.S. Nº 200: 53 - 66, 1972). (Tabla 2)

La empresa C manifiesta verbalmente que la prevalencia actual es < 1%.

La variación de las tasas en las 3 empresas

TABLA Nº 2

PREVALENCIA DE LA SILICOSIS EN 3 EMPRESAS DE CODELCO EN 1962 Y PREVALENCIA E INCIDENCIA EN EL DECENIO 1980-1990

Fechas	A (%)		B (%)		C (%)	
1962	Preval.	7,7	Preval.	6,5	Preval.	3,3
1980	Preval.	1,28	Preval.	16,98	_____	
	Incid.	0,51	Incid.	2,70	_____	
1985	Preval.	1,32	Preval.	21,13	_____	
	Incid.	0,29	Incid.	3,60	_____	
1990	Preval.	2,40	Preval.	18,45	_____	
	Incid.	3,52	Incid.	3,64	_____	

muestra resultados diferentes. En la A es evidente la acción del programa preventivo. B y C, ambas subterráneas, son de tasas diferentes y parecería haber problemas socioeconómicos y tecnológicos que sobrepasen en la B, las acciones preventivas.

### 3. Ejemplo de riesgo relativo

A. RODRIGUEZ, alumno, y A. KIRSCHBAUM,

Profesor de la Escuela de Salud Pública, estudian la Silicosis en la pequeña Minería de Atacama en el Programa de Pesquisa de Silicosis en la Región en 1986. Se analizaron 501 mineros beneficiarios del Servicio de Salud de Atacama (afiliados a la ley 16.744) por medio de la Abreugrafía positiva o sospechosa de silicosis y las correlaciones con los variables grupos de edad, tiempo y exposición, número de faenas en su vida laboral, edad al primer

trabajo con riesgo de silicosis y su calidad de pirquinero independiente o minero dependiente. Se asume el criterio de que el riesgo es mayor en los pirquineros. En general el equipo del trabajador fue manual y a veces se usó perforadores con aire comprimido en trabajos subterráneos sin ventila-

ción adecuada. Es probable que los casos con alto tiempo de exposición y con alto número de faenas anteriores sean ex trabajadores de empresas medianas o grandes con posible silicosis anterior. (Tabla 3)

Se usó el indicador de Riesgo Relativo (R.R.)

TABLA Nº 3

PESQUISA RADIOLOGICA CON ABREUGRAFIA EN 501 MINEROS DE LA PEQUEÑA MINERIA DE ATACAMA 1986. RIESGO RELATIVO ENTRE PIRQUINEROS INDEPENDIENTES Y MINEROS DEPENDIENTES. PREVALENCIA %

PREVALENCIA TOTAL	PREV. PIRQUINEROS	PREV. DEPENDIENTES	R.R.
18%	30%	11,2%	2,7
Edad (años)	30 años 4,3%	60 y más 40,0%	8,3
Tiempo de Exposición (años)	5 años 0,9%	30 y más 46,7%	51,9
Número de faenas anteriores	Una 1,3%	6 ó más 37,2%	28,6

para el análisis comparativo de los grupos pirquineros y dependiente, el que fue de 2,7. También hubo R.R. de diferentes valores según las variables indicadas en ambos grupos y que alcanzaron altos niveles.

#### 4. Ejemplo de tabla de vida modificada en silicosis

En el consultorio de Medicina del Trabajo de Santiago se controlaron voluntariamente los trabajadores expuestos al riesgo de Silicosis desde 1941 a 1976 de las minas e industrias del país. Debido a la inasistencia irregular, se optó el método de años-personas al riesgo de observación por 1.000. Se tomaron sólo los casos con lesiones mínimas o moderadas al primer diagnóstico y se observó su evolución hasta lesiones avanzadas o tuberculización. El estudio se hizo en dos períodos. El primero de casos de 1942 a 1961, con cierre en diciembre de 1965, y el segundo de casos de 1962 a 1964, con cierre en 1976. (Primer período H. Oyangursen, Epidemiología de la Silicosis Pub. Cientif. O.P.S. Nº 200: 53-66, 1972. Segundo Período, J. Prenafeta et al "Pronóstico en Silicosis" Revista Médica Chile 105/776-780, 1977), Tabla 4.

Se observa que la agravación tiene un porcentaje

menor por la mejora de las medidas preventivas en el segundo período. Igualmente la tuberculización disminuye por el cambio epidemiológico de la enfermedad. No obstante ambas complicaciones son mayores en las silicosis originales más extensas. El análisis de la sobreexposición al riesgo silicógeno después del primer diagnóstico fue más bien contradictorio y no claro. La asistencia al control periódico ambulatorio no fue homogénea, especialmente en el primer grupo.

#### 5. Ejemplos de casos y controles en expuestos a solventes

En esta investigación finlandesa se resumen 4 trabajos médicos. Se analizaron 102 casos de pintores de automóviles y 102 casos de conductores de locomotores en comparación pareada. El ambiente de pintura tuvo solventes orgánicos, excluidos el benzol; la exposición promedio de solventes fue sólo 1/3 del CÁMP finlandés basado en las recomendaciones de ACGHI de 1971. Los grupos encuestados trabajaron del 01/01/69 al 31/12/73. El promedio de exposición fue de 20 años. No hubo diferencias en el hábito alcohólico y las pruebas

TABLA 4

PRONOSTICO DE LA SILICOSIS SEGUN LA EXTENSION EN EL PRIMER DIAGNOSTICO. PROBABILIDAD DE PROGRESION O TUBERCULIZACION CON TASA ANUAL POR 1.000. PERIODO 1942-1961 Y PERIODO 1962-1964 SEGUN TENSION LESIONAL INICIAL Y AGRAVACION O TUBERCULIZACION

Extensión lesional 1er Diagnóstico	Nº Total de casos	Año/Persona Obs. x 1.000	Agravación Nº casos (tasa anual)	Tuberculización Nº casos (tasa anual)
Período 1942&1961	388	2.735	----	-----
Mínima	292	1.965	76-38,7%	13-6,6%
Moderada	96	830	55-66,2%	43-51,8%
Período 1962/1964	306	1.647	----	-----
Mínima	168	1.371	28-20,4%	4-2,9%
Moderada	38	276	15-54,3%	2-7,3%

hepáticas fueron negativas. Los valores fueron casi significativos al nivel de  $< 0,05$ , significativas a  $< 0,01$  y altamente significativas al nivel de  $< ,001$ . (Resumen de 4 informes (1976-1980) Instituto de Salud Ocupacional, Helsinki, Finlandia (Sc, and J. Work Environ Health: 20: 240-255, 1976; 4: 304-314, 1978, y 6: 19-32/33-69, 1980). Autor principal K. Husman), (Tabla 5).

#### 6. Ejemplo de cohortes de expuestos al benceno y relación con la Leucemia

Casos observados y esperados de muertes por Leucemia en 1.165 trabajadores blancos en exposición al benceno desde 01/01/1940 al 31/12/1965. Resultados según exposición acumulada y años de latencia. El trabajo fue presentado en Chile en un simposio de la A.C.H.S. por el profesor P.J. Landrigan (R. A. Rinsky et al -incluido Landrigan- "Benzene and Leukemia" An. Epidemiologic Risk Assessment". The New Engl. of Med. abril 1987, 316-1.044-1.050). Tabla 6.

Los A.A. han estudiado los límites de exposición permisible habitualmente de 10 p.p.m., de benceno en EE.UU. Por un modelo de análisis de regresión logística condicional concluyen que la protección para esta leucemia inducida podría aumentar exponencialmente con cualquier reducción del límite de exposición permisible.

#### 7. Ejemplo de complicaciones cancerígenas del asbesto, estudio de cohortes

Peto y Doll et al (1945), en un trabajo de morta-

lidad por cáncer pulmonar y mesotelioma maligno por asbesto, en una industria textil del Reino Unido analizan la relación de mortalidad con las concentraciones ambientales y estudian varias cohortes desde 1933 hasta 1983, comparándolas con las tasas de mortalidad estandarizada (T.M.E.), nacional y locales (Rochdales). En lo que se refiere al M.M. no diferencian pleural no peritoeal. (J. Peto, R. Doll et al, "Relation of Mortality to Measures of Environmental Asbestos pollution in an Asbestos Textile factory". Ann. Occup. H. y G 22: 205-355, 1985). (Tabla 7).

El estudio muestra el progresivo aumento de los casos de C.P. en relación a la duración de la exposición. La ausencia de casos esperados en M.M. es debido a baja incidencia. En cuanto al C.P., no se analiza el factor tabaco.

#### 8. Ejemplo de cáncer pulmonar y relación del hábito de fumar y la exposición al asbesto, estudio de cohortes y riesgo relativo

Hammond en 1979 publica el conocido trabajo de asbesto y hábito de fumar, basado en tasas de mortalidad de cáncer broncogénico por 100.000 años/hombre observados, con seguimiento de 120.061 aisladores expuestos a mezclas de diferentes tipos de fibras. (Hammond E.C. et al (1979) "Effect of amoking and Occupational exposure to Asbestos on Lung Cancer Death Rate" Ann. N. Y. Acad. Sci. Vol. 30: 473-490, 1979).

Se observa que el R.R. en los expuestos al asbesto no fumadores es 5,1 veces mayor que en los contro-

TABLA N 5

EFFECTOS DE SOLVENTES ORGANICOS EN PINTORES DE AUTOMOVILES  
(EXPUESTOS N° 102); CONDUCTORES DE LOCOMOTORAS (NO EXPUESTOS 102).  
HALLAZGO Y DIFERENCIA ENTRE LOS GRUPOS EXPUESTOS Y CONTROLES.

HALLAZGOS	SIGNIFICACION ESTADISTICA (p)
Síntomas crónicos:	
Fatiga (fin del turno)	< 0,05
Concentración (olvida órdenes)	< 0,001
Síntomas agudos prenarcóticos	
Náuseas	< 0,001
Vértigos	< 0,001
Embriaguez (sensación)	< 0,001
Equivocaciones de órdenes	< 0,001
Respiraciones entrecortadas	< 0,01
Síntomas agudos de irritación:	
Picazón de mucosas	< 0,05
Reconocimiento neurológico:	
Alteraciones del S.N.C. y S.N.P.	< 0,05
Pruebas Psicológicas:	
Inteligencia y memoria	< 0,001
Psicomotoras	< 0,05
Pruebas Neurofisiológicas:	
Velocidad conducción nerviosa	< 0,05

TABLA N° 6

LATENCIA (Años)	ENFERMEDAD: LEUCEMIA	
	Casos Observados	Casos Esperados
5	2	0,12
5-10	0	0,22
10-15	2	0,31
15-20	3	0,39
20-25	1	0,41
25-30	0	0,54
30	1	0,62
Total de Casos:	9 casos	2,66 casos
T.M.E. Total: 3,37		

T.M.E. (SMR)= R. R. x 100.- Se estudiaron 4 niveles según exposición al benceno de ppm/años (1-40; 40-200, 200-400 y 400) que dieron T.M.E. de 109; 322,; 1.186; 6.637 respectivamente. Se concluye que el benceno es un agente cancerígeno.

TABLA Nº 7

MORTALIDAD POR CÁNCER PULMONAR (C.P.) Y MESOTELIOMA MALIGNO (M.M.) 20 ó MAS AÑOS DESPUES DE LA PRIMERA EXPOSICION EN HOMBRES EXPUESTOS 10 ó MAS AÑOS EN AREAS DETERMINADAS.

Edad a la 1ª exposición (años)	Cáncer Pulmonar			Mesotelioma Obs.	Relación del Exceso del C.P. al M.M.
	Obs.	Exp.	TME		
25	3	1,45	2,06	2	0,8
25-34	14	6,88	2,03	3	2,4
35 ó mas	23	10,79	3,13	4	3,1
Total	40	19,13	2,09	9	2,3

les no fumadores. El hábito de fumar actuó con R.R. de 10,8 en los controles, y en los expuestos con un R.R. 53,2, o sea, 5 veces mayor. (Tabla 8)

9. *Ejemplo. Cáncer Pulmonar y Mesotelioma Maligno por Asbesto. Estudio de cohortes*

La O.M.S. en 1989 celebró en Oxford una reunión de expertos para el estudio de los límites de exposición ocupacional por asbesto, enfocados en el Cáncer Pulmonar y el Mesotelioma Maligno. Se propone 2 tipos de tablas, una para C.P., con estudios de gradientes, y otra para el M.M., con el estudio de la constante K, comparando los resultados para países en desarrollo y desarrollados (Tasa de Inglaterra y Gales). El comienzo de la exposición a diferentes edades fue desde 20 a 40 años. El período de edad en observación fue de 85 años

("Occupational Exposure Limit for Asbesto", WHO/OCH/89, 1).

En cuanto al cáncer pulmonar, se presenta la tabla resumida Nº 9.

El informe declara que en estas tablas de C.P. el tabaco influye notablemente porque se basan en una mezcla de predicciones de fumadores y no fumadores en todos los niveles. Para el caso de Inglaterra y Gales el riesgo de Cáncer en los no fumadores debería ser menor del 10% de los valores dados, mientras que para los fumadores el riesgo podría aumentar hasta el 50% (Doll y Peto, 1985).

Respecto al Mesotelioma Maligno el informe citado presenta la tabla resumida Nº 10.

En el caso del M.M. se ha demostrado que el factor de riesgo tabaco no tiene acción aumentadora significativas entre países en desarrollo y desarrollados. Las diferencias podrían deberse al mal regis-

TABLA Nº 8

EFFECTOS DE HABITO DE FUMAR Y LA EXPOSICION AL ASBESTO EN LA TASA DE MORTALIDAD POR CÁNCER PULMONAR (POR 100.000).

Exposición Asbesto / Hábito de Fumar		Tasa Mortalidad por Cáncer Pulmonar	Riesgo Relativo
No	No	11,3	1,0
Sí	No	58,4	5,1
No	Sí	122,6	10,8
Sí	Sí	601,6	53,2

TABLA Nº 9

NUMERO ESPERADO DE EXTRA CANCERES PULMONARES HASTA LA EDAD DE 85 AÑOS, TASAS DE MORTALIDAD DE 1.000 HOMBRES DE PAISES EN DESARROLLO (ED) Y DESARROLLADOS (D) CON COMIENZO DE LA EXPOSICION AL ASBESTO A LA EDAD DE 20 AÑOS, TIEMPO DE EXPOSICION Y PROMEDIO DE FIBRAS (GRANDIENT 1).

Tipo de Países	Duración de la Exposición (años)	Exposición Promedio		(Fibras/ML)
		0,5	1	
E.D	5	0,4	0,7	1,5
D		2,1	4,3	8,5
E.D	15	1,1	2,2	4,4
D.		6,4	12,8	25,6
E.D	30	2,2	4,4	8,7
D.		12,7	25,5	50,9
E.D	45	3,1	6,2	12,4
D		18,3	36,6	73,2

TABLA Nº 10

NUMERO ESPERADO DE MESOTELIOMAS HASTA LA EDAD DE 85 AÑOS, TASAS DE MORTALIDAD DE 1.000 HOMBRES EN PAÍSES EN DESARROLLO (E.D) Y DESARROLLADOS (D) CON COMIENZO DE LA EXPOSICIÓN AL ASBESTO A LA EDAD DE 20 AÑOS, TIEMPO DE EXPOSICIÓN Y PROMEDIO DE FIBRAS (CONSTANTE K DE 0,08 x 10-8).

Tipo de Países	Duración de la Exposición (años)	Exposición Promedio		Fibras/ML
		0,5	1	
E.D.	5	0,6	1,2	2,3
D.		0,6	1,3	2,5
E.D.	15	1,3	2,6	5,2
D.		1,4	2,9	5,7
E.D.	30	1,7	3,4	6,8
D.		1,9	3,8	7,6
E.D.	45	1,8	3,5	7,1
D.		2,0	4,0	7,9

tro del uso de la Clasificación Internacional de Enfermedades (C.I.E.) de la O.M.S. Hay trabajos que hablan de los casos "perdidos" de mesotelioma que han sido englobados en el diagnóstico general del cáncer pulmonar.

#### DISCUSION

Para entrar de lleno en el estudio de la

epidemiología de las E.O. es fundamental la infraestructura de los servicios de registro del país. En Chile el numerador queda limitado en las E.O. notificadas según la C.I.E. de la O.M.S. que no está al día y es incompleta, a la falta de notificaciones del gran grupo de empresas pequeñas de menos de 25 trabajadores y aún de 50, cuyos empresarios no cumplen con la afiliación obligatoria a la ley 16.744. Por el momento es posible hacer estudios

epidemiológicos en el Ministerio de Salud con la colaboración de la industria, como también en las Mutuales o las grandes Empresas de Administración Delegada con poblaciones estables en las cuales es posible el seguimiento de los casos.

En cambio, en los países desarrollados los Servicios de Estadística Vital, los Servicios de Seguridad Social, de Salud Ocupacional y los sindicatos tienen un registro adecuado de morbilidad y mortalidad de los trabajadores. De esta manera es posible conocer el denominador. Por ejemplo, el I.N.S.H.O. de EE.UU. y en Europa hay Servicios Estatales que tienen este registro e incluso publican los resultados. De esta manera se conocen los individuos, su fecha de ingreso y duración de la exposición al riesgo, incluso la magnitud del riesgo y finalmente el resultado de la evolución de la E.O., sea curación, incapacidad o muerte. El seguimiento de los casos es fundamental.

Los textos de guías nacionales que se recomiendan son el de E. Medina "Métodos Epidemiológicos en Clínica y Salud Pública", 1987, y de L. Martínez, "Rol de la Epidemiología en Salud Ocupacional". Ambos apuntes mimeografiados de la Escuela de Salud Pública. En el extranjero destacan Schelesselman, "Basic Concept in Assessment of Risk (Oxford University Press, 1982, (5)) y el "Manual sobre el enfoque de riesgo en la atención materno infantil". Serie PALTEX, Programas de Salud N° 7, OPS-OMS (1986). Se advierte que el uso del criterio de cohortes es en texto PALTEX sólo prospectivo por las características del tema. G. D. Friedman, en el 1º Congreso Chileno de Salud Ocupacional en Concepción, Noviembre 1987, presentó un trabajo sobre la importancia de la Epidemiología en estudios de Salud Ocupacional. Expone en forma clara y objetiva lo que se observa en un país desarrollado y más tecnificado (mimeografiado, no publicado).

Una de las publicaciones más útiles para el médico general o especializado en Salud Pública enfocada en Salud Ocupacional es la hecha por el I.N.O.H.S. (NIOSH) y la Escuela de Medicina de Harvard (8). Este documento proporciona las bases para estudios epidemiológicos, el uso de la computación y una lista de los eventos de enfermedad, invalidez y muerte innecesarias que abarcan 50 condiciones mórbidas laborales, según la C.I. E-9 vigente de la OMS., presentada en tres columnas: la primera, la condición mórbida, la segunda, la industria y/o empresa, y la tercera, el agente (biólogo, químico y físico). Por último, R. Doll ha escrito el interesante artículo "Cáncer Ocupacional: Un riesgo para los epidemiólogos" (9) en el cual se plantean

las exclusiones de chance y factores confundentes, relación de la exposición en su intensidad y duración y tiempo desde la primera exposición.

En Chile los primeros estudios epidemiológicos de las Enfermedades Ocupacionales (E.O.) fueron iniciadas por J. Ansola et al en la Silicosis minera del cobre (1939) y el manganismo minero (1944), los que fueron seguidos por P. Schüler, ambos ya fallecidos, y muchos otros en Meumoconiosis y diversas intoxicaciones laborales (Mn, Pb, Hg, As) en el campo de las grandes y medianas empresas, utilizando la Epidemiología Descriptiva de tasas. En el momento actual, con el progreso de los registros computarizados y las posibilidades de un seguimiento de los casos, es posible lograr resultados epidemiológicos confiables. Se estima, no obstante, que serán requisitos fundamentales en el estudio de la Epidemiología los siguientes:

a) Un conocimiento básico de la Bioestadísticas y de la Epidemiología y la aplicación de la Computación propuesta por H. Sandoval (10).

b) Boletines Anuales de Morbilidad y Mortalidad del Ministerio de Salud de las E.O. según la Clasificación Internacional de las Enfermedades (CIE) de la OMS. Este registro se basa sólo en los casos clínicos nuevos denunciados anualmente por los Seguros Sociales y que servirán para los estudios epidemiológicos locales.

c) Los profesionales, especialmente del área médica, deberán tener un conocimiento mínimo o adecuado de las operaciones industriales y las materias primas que puedan significar un riesgo de salud en las actividades laborales del trabajador que consulta. Igualmente, deben conocer la Legislación vigente, ley 16.744, y su reglamento D.S., 109/1966, para los fines pertinentes, y el Reglamento vigente N° 78 de Higiene Industrial. (Actualmente revisión por salir)

## LA EVALUACION DE LOS RIESGOS EN SALUD OCUPACIONAL

La evidencia de que el hombre puede estar expuesto a elementos ambientales nocivos para su salud ha llevado al desarrollo de gran número de estudios y métodos con el fin de (a) evaluar los riesgos (risk assesment) ( y (b) establecer normas para reducir o eliminar estos riesgos ("risk management"). Pero hay numerosos problemas prácticos, algunos de los cuales se resumen a continuación.

Según De Roos et al (11) el proceso de evaluación del riesgo (esto es, el uso de la información disponible para evaluar y estimar la exposición a

una sustancia y sus consecuencias efecto adverso sobre la salud) comprende los siguientes elementos:

- Identificación del riesgo: Evaluación cualitativa de los efectos adversos sobre la salud de una sustancia determinada, en animales o en seres humanos.
- Evaluación de la exposición: Tipos (ruta y medios), magnitudes, tiempo y duración de la exposición real o esperada, dosis (cuando éstas son conocidas) (y número de personas que es probable que estén expuestas).
- Evaluación de la dosis-respuesta: Estimación de la probable incidencia de un efecto adverso para la salud humana bajo variadas condiciones de exposición, con descripción de los correspondientes márgenes de incertidumbre.  
Las preguntas que se intenta contestar son:
  - Tiene el agente un efecto adverso (identificación del riesgo).
  - Cuál es la relación entre dosis y la incidencia del daño (estimación de la dosis-respuesta).
  - ¿Qué exposiciones existen en la realidad o se prevén en diferentes situaciones? (estimación de la exposición).

A menudo no existen los estudios epidemiológicos perfectos que se refieran a las poblaciones en las cuales se desea fijar normas de seguridad. Son frecuentes problemas de "factores condicionantes", tales como: muestra pequeña para llegar a conclusiones confiables, poca información sobre la exposición, niveles de exposición muy superiores a los fijados en las normas, diagnósticos inadecuados, pérdidas en el seguimiento de sujetos, población que es cualitativamente diferente a aquella que se quiere proteger, etc.

Las probabilidades de riesgo se basan muchas veces en estudios de laboratorio, en circunstancias que la extrapolación al hombre de resultados obtenidos en animales, está siempre sujeta a restricciones. También es frecuente suponer que la incidencia es proporcional a la dosis (supuesto de linealidad) y que la relación dosis-respuesta no tiene umbral. Estos son supuestos conservadores, que son convenientes, pero que no siempre son válidos. A menudo se usa la definición estadística del límite superior de confianza en la evaluación de sustancias carcinógenas, lo que lleva también a una estimación conservadora.

Hay otros factores de riesgo que no son considerados con estos métodos. Es posible que el trabajador esté expuesto a varios productos químicos simultáneamente y puede haber una interacción entre ellos. Por otra parte, hay que tener en cuenta

que pueden existir individuos que son especialmente sensibles a algunos productos.

En general, los técnicos de las instituciones que fijan normas piensan que ellas son conservadoras, es decir, que sobreestiman los riesgos. Es posible que no siempre sea así y lo importante es estar consciente de las limitaciones de la información disponible y de los supuestos arbitrarios en que a veces se fundan. Así explica, junto con otros criterios utilizados al establecer normas, que existan disparidades en los niveles de riesgos establecidos por diversas instituciones de un mismo país.

Korelitz et al. (12) discuten el riesgo estadístico de aceptar como válida la relación entre determinada exposición y la ocurrencia de la enfermedad ocupacional. El parámetro usado habitualmente es la razón estandarizada de mortalidad (SMR) y su valor mayor que 1 se acepta como una evidencia de una posible relación de causa-efecto entre exposición y enfermedad. A menudo el hecho de que la asociación se haya encontrado en varios estudios publicados inclina a aceptarla como real. Los autores muestran, utilizando la distribución de Poisson, que cuando la asociación realmente no existe en la población, pueden observarse valores de SMR mayores que 1 en algunos de los repetidos ensayos. El error de aceptar una asociación inexistente puede ser bastante grande al considerar el total de los estudios publicados.

Pochin (13) analiza los problemas de determinar el riesgo en el caso que haya un largo período de latencia entre la exposición y la aparición de la enfermedad. Por ejemplo, el consumo de cigarrillo y cáncer pulmonar, en el cual el lapso puede ser de 20-25 años. Se requiere entonces un estudio prospectivo prolongado de poblaciones expuestas por muchos años a condiciones variadas de este consumo.

Otro problema depende de que los tipos de cánceres producidos por la exposición pueden ser similares a los que no derivan de exposición al factor que se investiga. Por ello, la determinación de la magnitud del exceso por dosis unitaria es posible sólo por comparación estadística con una población idéntica, pero desigualmente irradiada. En consecuencia, la estimación del riesgo en una industria con una tasa de irradiación anual tiene que basarse en una predicción más que en la observación y estas estimaciones son menos confiables.

El problema es similar en el caso de exposición a asbesto crisotilo. la evaluación del exceso en la incidencia de cáncer pulmonar se dificulta porque, por una parte, hay que determinar exactamente los efectos que simultáneamente tiene el hábito de

fumar. Por otra parte, la incidencia natural del mesoespitelioma es tan baja que la medición del exceso es estadísticamente menos exacta y no se considera el hábito de fumar.

L. B. Lave (14) manifiesta que la evaluación del riesgo no es precisa y sus resultados pueden no ser útiles para la reducción o eliminación del riesgo. Si el producto químico es barato de controlar o reemplazar, el más leve indicio de toxicidad puede decidir su control o su reemplazo. Por lo contrario, si el producto es muy tóxico y el control de la operación excede el beneficio de la garantía en reducir el riesgo, habrá necesidad de reemplazarlo o su operación, considerando además las responsabilidades legales y los eventuales efectos sobre la salud del trabajador (Seguros Sociales).

La evaluación del riesgo no es sólo propia a la vigilancia ambiental, característica de las normas basadas exclusivamente en las concentraciones aéreas de los contaminantes que son inhalados. Recuérdese que las vías dérmicas y oral son de difícil evaluación y normalización y, por lo tanto, el total de la contaminación puede evaluarse también por la vigilancia médica que estudia al receptor del riesgo y las concentraciones biológicas pertinentes.

Los eventos que no alcanzan a constituir un caso clínico de E.O. son los que presentan alteraciones conductuales o bioquímicas (indicadores o marcadores biológicos) y sirven para la vigilancia epidemiológica de los expuestos al riesgo. Estos perfiles pre-clínicos no se consideran E.O., pero su registro epidemiológico se puede aplicar para tomar las medidas de prevención ambiental en la vigilancia médica preventiva.

## RESUMEN

La Epidemiología de las Enfermedades Ocupacionales (E.O.) se relaciona estrechamente con la Epidemiología de las enfermedades comunes agudas debidas a un agente específico y a veces a las enfermedades comunes crónicas que son similares como es el caso de ciertos cánceres. El propósito principal será identificar el agente y el daño que produce según el concepto de dosis (tiempo de exposición x intensidad del agente) para determinar la causalidad de la enfermedad, lo que lleva a la evaluación del riesgo.

Se presenta un diseño para los estudios epidemiológicos descriptivos y analíticos con sus indicaciones y limitaciones para un país en desarrollo como Chile, enfatizando la falta de notificaciones y registro de las E.O. que limitan las investigaciones

a la etapa descriptiva. Se dan 9 ejemplos de estudios nacionales y extranjeros y se recomiendan los últimos libros y trabajos que ayudarán a entrar en el campo de la epidemiología analítica y los requisitos para alcanzarla.

Finalmente se trata el problema de la evaluación del riesgo y la evaluación de su manejo y control agregando la opinión de seleccionados especialistas extranjeros en Salud Ocupacional.

## AGRADECIMIENTO

Este trabajo fue posible por la asesoría prestada por mi amigo y condiscípulo, Profesor Dr. Hugo Behm Rosas, y Ex-Director de la Escuela de Salud Pública de Chile. Con él analizamos y reestructuramos en 1991 los borradores de nuestra experiencia nacional y extranjera y tratamos de aclarar el complejo de la Bioestadística y de la Epidemiología aplicadas a las E.O.

## REFERENCIAS

1. W. H. O. Report: "Visual Display Terminals and Workers" Health Offset Publication N° 99, 1987.
2. Friedman, G. D.: "Medical Usage and Abuse: "Prevalence" "Incidence" Ann. Int. Medicine 84: 502-504, 1976.
3. Frost, W. H.: "Risk persons in familial contact with pulmonary tuberculosis". Am J. Pub. Health 23: 426-432, 1933.
4. Case, R.A.M. and Hosker, M. E. "Tumour of the urinary bladder as occupational disease in the rubber industry in England and Wales". J. Prev. Soc. Med. 8: 39-50, 1954.
5. Schelesselman J. "Case - Control studies: design, conduct, analysis". Oxford University Press, 1982.
6. Waxweiler, R. J. et al. "A Modified Life -Table Analysis System for Cohort Studies". J. Occup. Med. 25:115-124, 1983.
7. Mantel, N. y Haenszel, W. "Aspectos estadísticos del análisis de datos de estudios retrospectivos de enfermedades". El desafío de la Epidemiología. Problemas y lecturas seleccionados O.P.S. Publicación Científica N° 505: 575-597, 1988.
8. Rurstein. D. D. et al "Sentinel Health Events (Occupational) Am. J. Health, 73: 1054- 1062, 1983.
9. Doll, R. "Occupational Cancer": A Hazard for epidemiologist's" Internat. J. Epidemiol. 14 (1): 22-31, 1985.
10. Sandoval O., Hernán: "Computación aplicada de Vigilancia Epidemiológica en Salud Ocupacional. 1° Congreso Chile de Epidemiología, Abril 1990. Actas pendientes.
11. De Roos, Robert et al "Observations on Work Force and Training Needs for Assessing Environmental

- Health Risks". Pub. Health Report 103: 348-354, 1988.
12. Korelitz et al, J. J. "Potential for Misleading Association between a Exposure and Disease when Reviewing Multiple Epidemiologic Studies" J. of Occup. Med. 20: 224-227, 1978.
  13. Pochin, E. "Assessment and regulations of Risks" Asbestos Institute New Yersey, Pages 197-210, 1987.
  14. Lave, B. Bester. "Health and Safety Risk Analysis Information for Better Decision" Science Vol. 263: 291-295, April 1987.