



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Polémica sobre el uso de estudios genéticos
en el proceso de selección de riesgos en el
seguro de personas.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

A C T U A R I O

P R E S E N T A :

MIGUEL ANGEL HERNANDEZ RODRIGUEZ

DIRECTOR DE TESIS: ACT. MAURICIO AGUILAR GONZALEZ



FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM

2004



FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

Polémica sobre el uso de estudios genéticos en el proceso de selección de riesgos en el seguro de personas.

realizado por **Miguel Ángel Hernández Rodríguez**

con número de cuenta **8729792-8** , quien cubrió los créditos de la carrera de: **Actuaría**

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario

Act. Mauricio Aguilar González

Propietario

Act. Martha Martínez Juárez

Propietario

Act. Fernando Alonso Perez-Tejeda

Suplente

Act. Agustín Román Aguilar

Suplente

Act. Sergio Gómez López

Consejo Departamental de

Matemáticas

Act. Jaime Vázquez Alamilla

FACULTAD DE CIENCIAS
CONSEJO DEPARTAMENTAL



Dedicatoria

A mis padres

Por que con sus consejos y su cariño me enseñaron el camino del estudio y del trabajo.

A mi esposa

Por su amor y todo su apoyo para ver realizada una de las metas más importantes de mi vida.

Te quiero mucho

A mis tíos Yoya y Julio

Por todo su apoyo durante toda mi educación y por su ejemplo que me permitió seguir adelante.

A la memoria de mis Abuelitos

Por enseñarme los valores más importantes de la vida y por todo su cariño y su amor.

Los quiero mucho

A mis hermanos

Por su apoyo y todos los momentos agradables que hemos pasado.

A mis maestros.

Por sus enseñanzas, su paciencia y su dedicación.

A mis amigos

Por los momentos que pasamos y por que sin ellos la escuela no hubiera sido tan divertida.

Gracias

Gracias



Agradecimientos

Quiero dar el reconocimiento y agradecimiento al Act. Mauricio Aguilar González quien me brindó todo su apoyo como mi Director de tesis y como mi amigo por compartir sus conocimientos, tiempo y paciencia para la realización de este trabajo.

También quiero agradecer a mi amigo Mauricio Zavala por todo su apoyo durante la elaboración de este trabajo, pero sobre todo por ser mi amigo.

También quiero agradecer a mi amigo Adrián García Alcívar por haberme acompañado durante toda la carrera con su entusiasmo y buen humor.

Quiero agradecer de forma especial a mi jefe y amigo Act. Luciano Devans Dubornart por todo su apoyo y facilidades en el trabajo que me permitieron terminar una de las metas más importantes de mi vida.

Quiero agradecer de forma especial al Dr. Genaro Manzo por todo su apoyo y paciencia en la asesoría médica, que es fundamental para el buen término de este trabajo.



Índice

Capítulo I.- Selección del Riesgo

	Página
Introducción	11
1. El riesgo	15
1.1. Clasificación del riesgo	16
1.1.1. Riesgos puros o estáticos	16
1.1.2. Riesgos especulativos o dinámicos	16
1.1.3. Riesgos personales o de las personas	16
1.1.4. Riesgos patrimoniales o de bienes	16
1.1.5. Riesgos objetivos	17
1.1.6. Riesgos subjetivos	17
1.1.7. Riesgos físicos	17
1.1.8. Riesgos morales	17
1.1.9. Riesgos políticos	17
1.1.10. Riesgos de mercado o financieros	17
1.1.11. Riesgos normales	18
1.1.12. Riesgos agravados	19
1.2. Antecedentes de la selección de riesgos en los seguros	19
1.2.1. Época empírica	19
1.2.2. Época bioestadística	19
1.2.3. Época clínica — estadística	20
1.3. Etapas fundamentales de la selección de riesgos de una institución de seguros	20
1.3.1. Tipos de selección de riesgos	21
1.3.2. Requisitos médicos de asegurabilidad	22
1.4. El examen médico	23
1.4.1. Interrogatorios utilizados en la selección de riesgos	24
1.4.2. Documentos para la selección de riesgos	27
1.4.3. Análisis médicos que nos ayudan a la selección	29



Capítulo II.- Análisis de siniestralidad por fallecimiento e invalidez del sector asegurador mexicano.

	Página
2. Clasificación de las causas de muerte e invalidez total y permanente	30
2.1. Análisis de Fallecimientos en el sector asegurador mexicano	31
2.2. Edad promedio de fallecimiento para las enfermedades de mayor incidencia	46
2.3. Análisis de invalidez total y permanente en el sector asegurador mexicano	50

Capítulo III.- Métodos existentes para la evaluación del Riesgo médico

3. La exploración física	59
3.1. Las pruebas de laboratorio	59
3.1.1. Prueba de laboratorio en gota seca de sangre	60
3.1.2. Prueba de laboratorio en saliva	60
3.1.3. Examen de orina	60
3.1.4. Biometría hemática	60
3.1.5. Química sanguínea	61
3.1.6. Pruebas inmunológicas	61
3.1.7. Examen de gabinete	61
3.1.8. Radiografía de tórax	62
3.2. Padecimientos de mayor frecuencia y que representan una preocupación en las Instituciones de seguros mexicanas	62
3.2.1. Cardiopatía isquémica	62
3.2.1.1. Factores de riesgo cardiovascular	63
3.2.1.2. Factores de riesgo según su constitución física	64
3.2.1.3. Factor de riesgo por Género	64
3.2.1.4. Factores de riesgo Hiperuricemia	64
3.2.1.5. Factor de riesgo cardiopatía isquémica, isquemia, infarto silencioso	64



	Página
3.2.2. Hipertensión arterial	66
3.2.3. Hipercolesterolemia familiar	69
3.2.4. Insuficiencia coronaria	71
3.2.5. Infarto del miocardio	72
3.2.6. Sistema endocrino y diabetes mellitus	73
3.2.6.1. Diabetes tipo I	73
3.2.6.2. Diabetes tipo II	76
3.2.7. Aparato Urinario	78
3.2.8. Aparato Respiratorio	78
3.2.9. Cáncer: Tumores	79
3.2.9.1. El cáncer de mama	82
3.2.9.2. Cáncer Coló rectal	83
3.2.9.3. Cáncer de próstata	84
3.2.10 Enfermedad de Alzheimer	86
3.2.10.1. Aspectos Genéticos	87
3.2.10.2. Estadística	88
3.2.11. Algunos principios y conclusiones generales	88

Capítulo IV.- Fundamentos de la genética humana.

4. Cromosoma	92
4.1. Genes, DNA	92
4.2. RNA mensajero	94
4.3. Las proteínas y su significado	96
4.4. Reproducción del DNA	98

Capítulo V.- Factores de Herencia

5. El significado de las mutaciones	99
5.1. Genes activos o inactivos	101



	Página
5.2. Características genéticas de las enfermedades hereditarias	102
5.2.1. Aberraciones cromosómicas	102
5.2.2. Enfermedades monogénicas	102
5.2.3. Enfermedades poligénicas	106
5.3 Patrones de transmisión de las enfermedades Genéticas	107
5.3.1. Patrón de transmisión autosómica dominante	107
5.3.2. Patrón de transmisión autosómica recesiva	108
5.3.3. Patrón de transmisión ligado al cromosoma X	109
5.4. Enfermedades de mayor avance en los estudios genéticos	111
5.4.1. Cáncer de mama y/o ovario (CM)	111
5.4.1.1. Factores de riesgo Genético	
BRCA1 o BRCA2	111
5.4.2. Fibrosis quística (FQ)	112
5.4.2.1. Factores de riesgo Genético	
Mutación en el CFTR	112
5.4.3. Corea de Huntington (CH)	113
5.4.3.1. Factores de riesgo Genético	
Mutaciones del gen de CH	113

Capítulo VI.- Genética y aseguradoras

6. Indicadores de los interrogatorios (Test) Genéticos	118
6.1 Diferencia entre un interrogatorio génico y uno convencional	121
6.2. Aspectos éticos del proyecto del genoma humano	122
6.3. Aspectos jurídicos	122
6.3.1 Derecho público	124
6.3.1.1 Derecho constitucional	124
6.3.1.2. Derecho administrativo	125
6.3.1.3. Derecho penal	126



	Página
6.3.2 Derecho privado	126
6.3.2.1. Derecho civil	126
6.3.2.2. Derecho mercantil	127
6.3.3. Derecho social	127
6.4. Genética y aseguradoras	128
6.4.1. Reino Unido	128
6.4.2. Francia	132
6.4.3. Alemania	133
6.4.4. Los Países Bajos	134
6.4.5. España	135
6.4.6. Suecia	136
6.4.7. Japón	136
6.4.8. Sudáfrica	137
6.4.9. Australia	138
6.4.10. EE.UU.	140
6.4.11. Canadá	141
6.5 La selección adversa	142
6.6 Conclusión	144
Glosario genético	147
Bibliografía	153



Índice de Figuras

	Página
1.1. Tipos de exámenes médicos utilizados en la selección de riesgos	22
1.2. Interrogatorio I relacionado a cardiopatías e hipertensión arterial	24
1.3. Interrogatorio II relacionado con el cáncer y neuropatías	24
1.4. Interrogatorio III relacionado a la diabetes	25
1.5. Interrogatorio IV relacionado a enfermedades mentales	25
1.6. Interrogatorio V relacionado a cáncer en el aparato reproductivo	25
1.7. Interrogatorio VI relacionado con estudios médicos practicados	26
1.8. Interrogatorio A relacionado con el consumo de tabaco	26
1.9. Interrogatorio B relacionado con el uso de drogas	26
1.10. Interrogatorio C relacionado con el habito de alcohol	26
2.11. Siniestros procedentes por muerte en la población asegurada 1996.....	32
2.12. Siniestros procedentes por muerte en la población asegurada 1997	33
2.13. Siniestros procedentes por muerte en la población asegurada 1998	34
2.14. Siniestros procedentes por muerte en la población asegurada 1999	35
2.15. Siniestros procedentes por muerte en la población asegurada 2000	36
2.16. Siniestros procedentes por muerte en la población asegurada 2001	37
2.17. Siniestros procedentes por muerte en la población asegurada 2002	38
2.18. Siniestralidad total agrupada por edades procedentes por muerte en la población Asegurada	40
2.19. Siniestralidad total por año precedente por muerte en la población Asegurada	41
2.20. Fallecimientos por siniestros cardiovasculares en la población asegurada y su grafica	43
2.21. Fallecimientos por siniestros de cáncer en la población asegurada	44
2.22. Fallecimientos por siniestros de las glandulas endocrinas en la Población asegurada	45
2.23. Principales causas de muerte y edades promedio	47
2.24. Distribución de asegurados 1996 – 2002	49



Página

2.25. Invalidez procedente en la población asegurada 1996	51
2.26. Invalidez procedente en la población asegurada 1997	52
2.27. Invalidez procedente en la población asegurada 1998	53
2.28. Invalidez procedente en la población asegurada 1999	54
2.29. Invalidez procedente en la población asegurada 2000	55
2.30. Invalidez procedente en la población asegurada 2001	56
2.31. Invalidez procedente en la población asegurada 2002	57
2.32. Siniestralidad por invalidez total agrupada por edades procedentes por muerte en la población asegurada	58
3.33. Genes de lipoproteínas con contribución conocida al riesgo de cardiopatías coronaria	66
3.34. Hipertensión arterial, reducción en la esperanza de vida	67
3.35. Comparación de la principales características de la diabetes tipo I y tipo II.	78
3.36. Tumores benignos	79
3.37. Tumores malignos cáncer	80
3.38. Padecimientos de mayor frecuencia en México de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS)	85
3.39. Calculo del riesgo de padecer la enfermedad de Alzheimer después de los 85 años	87
4.40. Imagen doble hélice del DNA	93
4.41. Imagen de conversión de la información genética	94
4.42. Imagen de la estructura de un gen	95
4.43. Imagen de la relación estructural entre cromosomas, gen, DNA y proteínas .	97
5.44. Anomalías monogénicas frecuentes	103
5.45. Trastornos multifactoriales frecuentes	106
5.46. Patrones de transmisión autosómica dominante	108
5.47. Patrones de transmisión autosómica recesiva	109
5.48. Patrones de transmisión ligados al cromosoma X	110
6.49. Diagnostico preclínico	120



Introducción

Desde el anuncio del descubrimiento del *genoma humano* hecho por el presidente de los Estados Unidos de América, Bill Clinton, se ha especulado acerca de los beneficios que esto tendrá para la humanidad. Uno de los aspectos más importantes son los avances de la medicina en busca de aumentar la longevidad del ser humano, esto representa un cambio en la mortalidad y morbilidad de la población, sin embargo, este hecho no es el único que ha afectado la mortalidad y la morbilidad. En las últimas dos décadas, tan importante como lo fue la aparición de la Penicilina en el siglo pasado, lo fue para los años ochenta la aparición del Síndrome de Inmuno Deficiencia Adquirida SIDA o enfermedades como el Ébola, o en el 2002 la Neumonía atípica, aunado al incremento de la mortalidad por causa del cáncer y enfermedades relacionadas con cardiopatías, estos cambios en la mortalidad y morbilidad, han servido de detonadores para que la industria aseguradora monitoree más de cerca las curvas de tendencia de mortalidad.

Dentro de la industria del mercado asegurador las consecuencias se pueden presentar en el seguro de vida, de pensiones y en los seguros de enfermedades, debido a que la genética tiene grandes promesas en los tratamientos y en la prevención de enfermedades. Una cobertura que podrá tener una gran afectación puede ser la de invalidez, debido a que los estudios del genoma humano podrían llevar a que una persona desde su concepción pudiera saber las enfermedades que se le pueden presentar durante su vida, es decir, se puede llegar a determinar con toda exactitud el tipo de enfermedades de carácter hereditario que se pueden manifestar y ocasionarle una invalidez o la misma muerte.

La posibilidad del mal uso de esta información es lo que abre el debate en la industria aseguradora, ¿es conveniente que este tipo de información sea exclusiva de la persona? o ¿existe una posibilidad de que las aseguradoras cuenten con dicha información para una mejor selección del riesgo? La selección de riesgos ha sido



cuestionada en un principio por los que ven un tipo de discriminación, sin embargo, en la actualidad es aceptada por la industria aseguradora mundial. Un ejemplo es la evaluación de diversos factores de riesgo como la edad, el sexo y el consumo de tabaco, por citar sólo algunos; dichos factores además de ser evaluados, son determinantes para tasar la prima e incluso determinan la aceptación o no del riesgo.

Con este trabajo pondremos a discusión las consecuencias que se pueden presentar ante una selección adversa, lo cual quiere decir que puede llegar a incrementar la tendencia de compra de seguros de las personas que se saben con un riesgo mayor. En el caso del seguro de vida se podría presentar de las siguientes formas:

- ▶ Un aumento en la compra de seguro de vida.
- ▶ Un aumento en la compra de sumas aseguradas altas.
- ▶ Un incremento en la demanda de la cobertura de invalidez.

Claramente, la selección adversa sólo aparece si la persona tiene información que el asegurador no tiene o no se le permite usar. Las leyes mexicanas contemplan en la Ley sobre el contrato de seguro, en su artículo 8, que todo asegurado debe proporcionar información acerca del riesgo asegurado como lo conozca o debiera de conocer, sin embargo, no todas las aseguradoras usan toda la oportunidad que les otorga la ley para evaluar el riesgo, ya que hacerlo implicaría un gran gasto. Es en este punto donde el mercado asegurador hace una relación costo-beneficio de la evaluación del riesgo, y en algunos casos se hace un tipo de selección simplificada, es decir, con base en un test (cuestionario) de preguntas relacionadas con su estado de salud, hábitos y actividades se determina la aceptación, rechazo o aplazamiento. Una práctica muy frecuente de este tipo de selección la encontramos en los seguros de vida vinculados a créditos hipotecarios.



La selección de riesgos tiene su aplicación cuando se llega a la prima; desde 1975 en el Reino Unido, se tiene permitido diferenciar las primas entre hombres y mujeres debido a que se ha comprobado estadísticamente que la probabilidad de muerte es mayor para el hombre que para la mujer, pero esto no representa un factor que aliente la compra de un seguro. El incentivo que se requiere para una selección adversa es ausente, o muy débil. Si hombres y mujeres tenían que pagar las mismas primas, el asegurador tendría un menor conocimiento acerca de la composición del riesgo asegurado, pero eso sería todo. En cambio, la información de la prueba genética parecería llevar un mensaje más poderoso de información relacionado con enfermedad y muerte, y por tanto de un deseo por asegurarse.





Capítulo I

Selección de riesgos

Los adelantos en la tecnología genética extienden dramáticamente las posibilidades para la práctica y desarrollo de la medicina preventiva. Existe una promesa central de esta nueva medicina que de ser cierta, se traducirá en la reducción del riesgo y de la incertidumbre para enfermedades con carga hereditaria. Estos mismos conceptos de riesgo e incertidumbre también son centrales en el negocio de seguro: la industria del seguro comercia el riesgo. La comprobación genética proporciona información del riesgo. La apelación del seguro es que busca aumentar la certeza en un mundo incierto. La razón para la comprobación genética es que reduce y probablemente elimina la incertidumbre.

Por lo anterior consideramos necesario empezar en este capítulo por definir el concepto de *riesgo*, sus diferentes clasificaciones y desarrollo, haciendo énfasis en los aspectos relacionados a los seguros de personas. En seguida, definiremos y estableceremos la importancia de la *Selección de Riesgos Médica* dentro de una institución de seguros, por lo que consideramos importante analizar las enfermedades de mayor incidencia en la mortalidad de la población asegurada mexicana, así como los controles implementados en México que nos permiten detectar dichas enfermedades, es decir, estableceremos las bases de la valoración médica de seguros mediante los diferentes tipos de interrogatorios que se aplican actualmente a un posible asegurado (candidato) en el sector asegurador mexicano.

Estableceremos las bases que nos llevarán al análisis de la mortalidad en la población mexicana, la cual nos servirá como punto de partida para el análisis genético de dichas enfermedades, sus características principales, su patología y sus factores de riesgo hereditarios, los cuales están relacionados con los estudios del genoma humano.



1. El riesgo

El seguro responde a una necesidad social de protección económica hacia su persona o bienes, y es por tanto un contrato mercantil mediante el cual una empresa aseguradora se compromete a resarcir una pérdida en una cantidad previamente estipulada, siempre y cuando el asegurado mantenga un interés asegurable, cumpla con pagar una cantidad fija llamada prima y con las obligaciones que se estipulan en la póliza—objeto del contrato de seguro.

El principio en el que se fundamenta el seguro es sin duda la evaluación y distribución del riesgo, es decir, la razón de ser del seguro está en función de la existencia de los riesgos. Podemos decir con toda certeza que a lo largo de la vida, el hombre se ve enfrentado a diversos riesgos – desde que nace hasta que muere – como los riesgos de carácter natural, de accidentes, de muerte, financieros, etc. Por ello resulta conveniente empezar a definir qué es un riesgo.

Existen muchas definiciones de riesgo, pero en todas ellas encontramos que se involucra el concepto de probabilidad, al no tener la certeza respecto a la ocurrencia de un evento. Sus características generales son: inseguridad, duda y falta de conocimiento o de información que se tiene acerca de los factores que van a provocar una pérdida; con base en estas características, riesgo se puede definir de la siguiente manera:

Riesgo es la posibilidad de sufrir una pérdida

Riesgo es la probabilidad de que ocurra un evento diferente al deseado

Riesgo es incertidumbre

Riesgo es la dispersión de los resultados esperados.



Para efectos del seguro de personas se propone adoptar la siguiente definición:

Riesgo es la posibilidad de una desviación adversa del resultado obtenido mediante la aplicación de principios de probabilidad al uso de bases demográficas y financieras.

Clasifiquemos los riesgos por sus características, no sin antes mencionar que ésta es sólo un tipo de clasificación lo cual quiere decir que podemos encontrar muchas más.

1.1. Clasificación de los riesgos

Desde su punto de vista casual, los riesgos se dividen en:

1.1.1. Riesgos puros o estáticos.— Son aquellos que, de ocurrir, solamente ocasionan pérdidas, por ejemplo la muerte, las enfermedades, los incendios, los fenómenos meteorológicos, los robos, las roturas, etcétera.

1.1.2. Riesgos especulativos o dinámicos.— Son aquellos que el ser humano crea voluntariamente con la esperanza de obtener un beneficio, por ejemplo, una operación comercial, un programa de producción, los juegos de azar, etcétera.

Por su afectación los riesgos pueden ser:

1.1.3. Riesgos personales o de las personas.— Son los que afectan a la integridad física de las personas, como la muerte, las enfermedades, las incapacidades, etcétera.

1.1.4. Riesgos patrimoniales o de bienes.— Son los que afectan al patrimonio personal o empresarial.



Partiendo de la posibilidad de medición los riesgos se clasifican en:

1.1.5. Riesgos objetivos.- Pueden ser medidos, se les define como la relación entre la pérdida real y la pérdida probable.

1.1.6. Riesgos subjetivos.- Se generan o se ponderan por la incertidumbre psicológica que provocan la actitud o el estado del individuo.

Por su origen los riesgos pueden ser:

1.1.7. Riesgos físicos.- Son los que se derivan de las características físicas de un objeto o de una persona.

1.1.8. Riesgos morales.- Son aquellos cuando, por sí sola, la existencia de un contrato eleva la extra mortalidad o la morbilidad de la vida de la persona asegurada de manera que su salud, su seguridad o su bienestar se ponen en peligro, como por ejemplo: asesinato cometido a causa de los beneficios de un contrato de seguro, etcétera.

1.1.9. Riesgos político.- Terrorismo, inseguridad pública, etc. No siempre son reconocidos por la administración de riesgos como uno de sus campos

1.1.10. Riesgos de mercado o financieros.- Pérdida de mercado, pérdida del crédito comercial, etc. En forma similar a los riesgos políticos no siempre se consideran campo de los administradores de riesgos de seguros, particularmente porque se puede caer en el concepto de riesgos especulativos, los cuales generalmente involucran una pérdida monetaria.



Debido a que no todos los riesgos son de la misma calidad es necesario hacer una selección de riesgos, es decir, separar los riesgos normales de los que no lo son, aplicando a cada uno la prima correspondiente. Los factores que influyen en la jerarquización de los riesgos de vida son:

Edad

Relación peso y estatura

Sexo

Hábitos, como son: tabaquismo, alcoholemia, uso de drogas etc.

Actividades deportivas

Ocupación

Estado de salud

Recursos económicos

Como resultado de la evaluación de los factores antes mencionados se promueve un proceso de selección de riesgos dentro de las instituciones de seguros que consiste en descubrir e identificar los riesgos existentes, calculando las probabilidades de ocurrencia de los mismos, así como la severidad implicada por los siniestros futuros.

La selección de riesgos en el ramo del seguro de personas tiene como finalidad mantener el equilibrio entre las primas cobradas y las obligaciones pagadas.

1.1.11. Riesgos Normales.— Son aquellos que por las características hereditarias no presenta factores de riesgo especiales, aquellas personas que no hayan tenido o padecido enfermedades ni accidentes graves, aquellos que no estén demasiado gordos ni demasiado delgados, aquellos que sus declaraciones y examen médico no presentan nada en particular, aquellos cuya profesión no sea peligrosa ni sus hábitos poco sanos, así como su lugar de residencia no represente un riesgo adicional.



1.1.12. Riesgos agravados.- Son personas enfermas quienes se creían con buena salud o su salud es inestable; sus antecedentes hereditarios, su modo de vivir, su profesión o los deportes que practica presentan anomalías que pueden hacer variar su esperanza de vida y es de esperarse que se interesen de forma especial por el seguro de vida, así como la práctica de deportes peligrosos o actividad laboral peligrosa.

1.2. Antecedentes de la selección de riesgos en los seguros ¹

Con el fin de establecer las bases actuales de la selección de riesgos considero importante mencionar su desarrollo histórico.

1.2.1. Época empírica.- En esta época la apreciación del riesgo era subjetiva con base a la experiencia, es decir no había bases técnicas para la selección ni para la tarificación y está considerada como una época de azar.

1.2.2. Época bioestadística.- En ella empezaron las investigaciones estadísticas sobre la mortalidad, mediante el Método de mortalidad relativa, basado en la elaboración de preguntas de carácter médico a los prospectos, considerando la suma de todos los padecimientos, es decir, se valoró más el estado de salud de los candidatos.

La compañía Equitable, fundada en Londres en 1762, tiene el merito de haber sido la primera en aplicar tasas de primas en función de la edad de los asegurados. A partir de ese momento las instituciones aseguradoras aceptaron que no podían asegurar cualquier riesgo y que era necesario un control que pudiese separar los riesgos normales de los anormales, por ejemplo: L'Amicable Society exigía que sus futuros asegurados comparecieran ante la dirección de la compañía para demostrar su buen estado de salud mediante testimonio escrito.

¹ Seminario de selección de riesgos Swiss Re



En 1824 se fundó la compañía Medical Clerical and General la cual fue la primera en dar a la selección médica la importancia que se merece, era una compañía administrada por 18 doctores de los cuales 9 eran médicos, todo candidato era, al menos, examinado por dos de ellos.

Para 1839, en Alemania, la Gotha creó un cuerpo de médicos examinadores, la idea era excelente y se puede decir que hacia 1860 casi todas las compañías europeas y norteamericanas la adoptaron.

1.2.3. Época clínica – estadística.- En los últimos años del siglo XIX los doctores Rogers y Hunter de la compañía New York Life tuvieron la idea de hacer estadística sobre la mortalidad de los candidatos rechazados en función de la causa de muerte, después de 10 años de investigación, publicaron un estudio sobre la evaluación científica de la vida en relación con los seguros de vida, que trataba de determinar cuantitativamente el aumento de mortalidad ocasionada por una cierta anomalía. En el curso de los años 1900 al 1930 se efectuó una gran cantidad de estudios bioestadísticos, con el fin de poner a disposición del seguro de vida las bases estadísticas que permitieran una aplicación de la teoría emitida por Rogers y Hunter. La medicina del seguro tenía finalmente una confirmación basada en la estadística y con ella el estímulo para seguir investigaciones que culminaron en una aplicación comercial.

Dentro de esta época destaca también el gran desarrollo de la estadística y de la medicina, se crean los primeros manuales estadísticos de tarificación elaborado por North American Re en 1927.

1.3. Etapas fundamentales de la selección de riesgos de una institución de seguros:

Primer nivel, productores o primer contacto. Debido a la ausencia de contacto con el



asegurado el agente de ventas o corredor de seguros es el primer filtro que nos puede dar información sobre el riesgo a asegurar.

Segundo nivel. El médico examinador, después de aplicar los criterios automáticos de selección como relación peso y estatura, antecedentes familiares o edad del prospecto a partir de cierta suma asegurada solicitada, elabora una serie de pruebas médicas que deberá presentar para su evaluación subjetiva y cuantitativa.

Tercer nivel. Se lleva a cabo dentro de la institución de seguros para la apreciación cuantitativa del riesgo, es decir, se determina la prima por el departamento de tarificación, asesores médicos y compañías reaseguradoras. Las instituciones de seguros trabajan con cálculos estadísticos y con la Ley de los grandes números, mediante la cual se puede estimar el número de fallecimientos para lo cual se debe definir un riesgo normal de un riesgo agravado, de tal forma que la tarificación consiste en agrupar los riesgos agravados según los distintos grupos de riesgo y según los peligros que representan, y con base a la experiencia y las estadísticas, determinar su mortalidad probable.

1.3.1. Tipos de selección de riesgos:

Medica

No medica o de actividades u ocupaciones

Selección Moral

Selección financiera

El presente trabajo sólo tratará de exponer los factores de riesgo de la selección médica; a continuación encontraremos los padecimientos y enfermedades de mayor frecuencia que son determinantes en la esperanza de vida de las personas.



1.3.2. Requisitos médicos de asegurabilidad

La selección de riesgo evalúa diferentes tipos de riesgos relacionados a las actividades u ocupaciones ya sean laborales o deportivas y también hace una evaluación de los hábitos relacionados al nivel de consumo de cigarrillos, alcohol e inclusive del uso de drogas, así como la evaluación de la relación peso y estatura también conocida como valoración de la masa muscular. Todo ello nos permite tener una apreciación del riesgo, sin embargo, la evaluación motivo de este trabajo es la relacionada con la **valoración médica**; trabajaremos con los requisitos médicos que nos permiten evaluar el riesgo y de esta forma podemos determinar el grado de aportación de los estudios **genéticos** a la evaluación, apreciación y *tarificación* del riesgo, desde el punto de vista de los requisitos médicos de asegurabilidad, mismos que son establecidos por cada institución de seguros en función de aspectos como son: la edad del solicitante, monto de la suma asegurada, costo de las pruebas médicas y competitividad en el mercado, es decir a mayor edad y/o suma asegurada, mayores requisitos médicos.

Con el fin de poder evaluar el riesgo, las instituciones de seguros han desarrollado diversos elementos como se muestra en la figura 1.1, que permiten tener un panorama que los lleva de lo general a lo particular en la apreciación y determinación del riesgo por prospecto asegurado:



Figura 1.1



1.4. El examen médico

El examen médico constituye el documento por medio del cual el médico examinador obtiene los datos del interrogatorio y de la exploración física, y por tanto es la base primordial de la selección y la tarificación, además se convierte en un instrumento legal, en el caso de tener que disputar el pago de un siniestro.

El examen médico contiene los datos generales del prospecto y reviste especial atención en: el historial familiar, hábitos personales, padecimientos (antecedentes y actuales) exploración física y, en caso necesario, opinión del médico tratante.

Los aspectos en relación con enfermedades hereditaria, o potencialmente hereditarias, son elementos importantes a considerar en la selección de riesgos, por lo tanto el examen médico dedica un parte significativa e importante del mismo, recabando datos sobre la historia familiar considerando las edades y el estado de salud de los familiares en línea directa ascendente, como lo son padre, madre, hermanos, y tíos, y línea directa descendente que son los hijos. Las enfermedades posibles que podemos encontrar son las que se listan a continuación, mismas que están contenidas dentro del examen médico de la mayoría de las instituciones de seguros e incluso forman parte de la solicitud del seguro.

- ▶ Diabetes
- ▶ Cardiopatías
- ▶ Accidentes vasculares cerebrales
- ▶ Cáncer
- ▶ Nefropatías
- ▶ Hipertensión arterial
- ▶ Enfermedades mentales



1.4.1. Interrogatorios utilizados en la selección de riesgos

A continuación encontremos los interrogatorios médicos más frecuentes agrupado las preguntas por tipo de padecimiento entre las principales instituciones de seguros en México, los cuales están relacionados con los padecimientos antes mencionados, por medio de los cuales se determina el tipo de riesgo:

La pregunta que antecede a todos los interrogatorios médicos es: ¿Padece o ha padecido de? En apego al Art. 8 de la Ley Sobre el Contrato de Seguros, en donde se especifica que el asegurado deberá de informar los hechos y circunstancias importantes que determinan el riesgo como las conozca o debiera de conocer.

Figura 1.2

Interrogatorio I
Relacionado a cardiopatías e hipertensión arterial
▶ Algún soplo en el corazón
▶ Dolor en el pecho o en el tórax
▶ Infarto en el corazón
▶ Alguna otra enfermedad del corazón
▶ Enfermedades de la circulación arterial
▶ Presión arterial alta

Figura 1.3

Interrogatorio II
Relacionado a cáncer y nefropatías
▶ Bronquitis crónica
▶ Asma bronquial
▶ Tuberculosis
▶ Úlcera de estomago
▶ Úlcera del duodeno
▶ Enfermedades de la vesícula biliar
▶ Enfermedades del intestino, colon o recto
▶ Enfermedades del hígado



Figura 1.4

Interrogatorio III
Relacionado a diabetes
▶ Enfermedades de los riñones
▶ Enfermedades de la vejiga
▶ Diabetes
▶ Pérdida del conocimiento, convulsiones
▶ Parálisis

Figura 1.5

Interrogatorio IV
Relacionado a enfermedades mentales
▶ Trastornos nerviosos o mentales

Figura 1.6

Interrogatorio V
Relacionado a cáncer en el aparato reproductor
En caso de ser mujer:
▶ Enfermedades de los pechos
▶ Enfermedades de los ovarios
▶ Enfermedades de la matriz
▶ Antecedentes gineco-obstétricos
En caso de ser hombre:
▶ Enfermedades de la próstata
▶ Cáncer

Figura 1.7

Interrogatorio VI
Relacionado con estudios médicos practicados
▶ Electrocardiogramas
▶ Análisis o pruebas de laboratorio
▶ Radiografías
▶ Alguna vez ha estado hospitalizado
▶ Médico que acostumbra a consultar



Existen tres interrogatorios más que si bien no aportan información medica sí nos permiten observar patrones de hábitos y costumbres que pueden influir en la aparición de algunos de los padecimientos antes mencionados:

Figura 1.8

Interrogatorio A
Relacionado con el consumo de tabaco
▶ Fecha de inicio
▶ Numero de cigarrillos por día
▶ Ex fumadores
▶ Fecha en que dejo de fumar
▶ Numero de cigarrillos que fumo al día
▶ Motivo para dejar de fumar

Figura 1.9

Interrogatorio B
Relacionado el uso de drogas
▶ Tipo de droga usada
▶ Frecuencia
▶ Fecha de inicio
▶ Fecha de abandono
▶ Tratamiento instituido

Este tipo de hábitos pueden llegar a desembocar en alguno de los padecimientos antes mencionados ,sin embargo no en todos los casos se puede decir que se vayan a presentar.

Figura 1.10

Interrogatorio C
Relacionado con el habito del alcohol
▶ Tipo de bebida que acostumbre
▶ Numero de copas: al día, semana, mes o año
▶ Con que frecuencia llega a la embriaguez
▶ Ex bebedores
▶ Fecha y causa de la suspensión
▶ Frecuencia y cantidad que bebía
▶ ¿recibió orientación o tratamiento para dejar de beber?
▶ ¿Pertenece a alguna agrupación de AA?



1.4.2. Documentos para la selección de riesgos.

Finalmente mencionaremos las características generales y el funcionamiento de los documentos por medio de los cuales las instituciones de seguros realizan la selección de riesgos, así como los informes que sirven para la evaluación del riesgo médico.

Solicitud del seguro. La solicitud es el documento básico de toda compañía aseguradora; en ella se especifican todos los datos necesarios para poder emitir la póliza y debe ser la base para redactar las condiciones generales, condiciones particulares, cálculo de la prima, cálculo de las reservas y determinación del reaseguro; esta solicitud forma parte indispensable de la documentación contractual, ya que en muchas ocasiones es el único elemento para efectuar la selección no-médica, y la compañía debe analizar el riesgo que se le propone aceptar con base en determinadas condiciones o rechazarlo.

En forma general estos son los puntos que se esperan deben ser cubiertos en una solicitud:

- ▶ Datos generales del solicitante o contratante de la póliza.- nombre y apellidos, fecha de nacimiento, estado civil, domicilio, domicilio de cobro de la prima con indicación del número de cuenta en caso de domiciliación bancaria.
- ▶ Designación de beneficiarios, distinguiendo su relación entre el asegurado y ellos, porcentaje de la suma asegurada correspondiente a cada uno de ellos.
- ▶ Datos a estimar el riesgo no-médico como son los deportes que practica, aficiones y ocupación laboral.
- ▶ Suma asegurada, duración del seguro, forma de pago.
- ▶ Existencia de otros seguros.



La declaración de salud o interrogatorio para seguros sin examen médico:

- ▶ Datos referentes a los antecedentes familiares tales como la fecha y el motivo del fallecimiento de los padres, determinadas enfermedades o padecimientos que pueden tener connotación hereditaria.
- ▶ Datos relativos a hábitos de consumo de alcohol y tabaco
- ▶ Datos relativos a enfermedades actuales o padecimientos anteriores debiendo especificar el caso concreto de la enfermedad, cuando la contrajo, duración y médico u hospital que lo atendió.
- ▶ Se les pregunta sobre eventuales intervenciones quirúrgicas a que se sometió, accidentes, intoxicaciones etc.
- ▶ Todo lo relativo a la relación peso y estatura, tensión arterial y para el caso de las mujeres se les pregunta si están embarazadas.
- ▶ Datos personales del médico de cabecera.

El informe del médico examinador. Con el fin de tener un conocimiento más exacto del riesgo, sobre todo cuando se trata de otorgar sumas aseguradas elevadas o por encima de un determinado monto, o cuando los candidatos superan una cierta edad, las instituciones realizan pruebas más estrictas en lugar de una declaración de salud, como ocurre con gran frecuencia en seguros relacionadas con créditos hipotecarios ya que tienen los dos componentes: montos altos de sumas aseguradas y plazos largos, lo cual conlleva a una edad promedio alta.

Existen diferentes tipos de exámenes médicos en función de la edad y de la suma asegurada a contratar que se reflejan en una tabla de requisitos o normas de selección, como podremos observar en los anexos.

El informe médico en sí consta de dos partes: la primera, con una serie de preguntas del médico la cual es muy parecida a la declaración de salud, salvo que ésta cuenta con un mayor detalle y con la diferencia de que se contesta en presencia del médico o asesorado por éste.



La segunda parte es el resultado del examen médico practicado y en el cual el médico examinador analiza cada órgano y aparato del candidato, emitiendo su opinión profesional sobre cada uno de ellos, incluyendo al final una conclusión sobre aceptación normal, aceptación condicional, aplazamiento o rechazo, que no debe comunicar al candidato.

1.4.3. Análisis médicos que nos ayudan a la selección:

Con el análisis de orina se obtienen innumerables datos médicos con muy poca molestia para el candidato.

La radiografía de tórax constituye un método valioso en el diagnóstico de los problemas cardiopulmonares así como alteraciones del conjunto de órganos situados en ambos pulmones.

El electrocardiograma es el registro mediante un galvanómetro de la corriente producida por la contracción del músculo cardiaco y nos permite ver su funcionamiento.

El análisis de sangre nos aporta numerosos datos para la valoración de enfermedades sanguíneas, metabólicas, hepatobiliares, renales etcétera.





Capítulo II

Análisis de siniestralidad por fallecimiento e invalidez del sector asegurador mexicano.

En este capítulo analizaremos las causas de mayor frecuencia por fallecimiento e invalidez en el periodo comprendido entre 1996 – 2002, lo cual nos permitirá establecer las enfermedades y padecimientos que debemos de enfocar para el análisis genético del siguiente capítulo, en donde mostraremos los factores de riesgo hereditario que nos proporciona el estudio del genoma humano.

Para una mejor comprensión y manejo de datos, éstos fueron agrupados en conjuntos patológicos los cuales nos permitirán tener de una forma objetiva el panorama de la siniestralidad presentada en el periodo de observación. Para llevar a cabo este análisis solicitamos a la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS) información contenida en el reporte número 6 del Sistema Estadístico del Sector Asegurador (SESA), donde encontramos la siniestralidad presentada por todas las aseguradoras que forman parte del sector asegurador mexicano.

2. Clasificación de las causas de muerte e invalidez total y permanente²

Aquí se presentan las causas comprendidas en el periodo 1996 – 2002, agrupadas por quinquenios (considerando hasta quince años un solo grupo) y cada grupo de quinquenios comprenden diferentes conjuntos de patologías, como se define a continuación:*

1. Enfermedades relacionadas con el aparato circulatorio
2. Enfermedades relacionadas con el aparato respiratorio

* Enfermedades y padecimientos que conforman cada conjunto patológico de acuerdo al catálogo la "Oficina de Intercambio de Información" OII

² Clasificación de la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros AMIS



3. Enfermedades relacionadas con el aparato digestivo
4. Enfermedades relacionadas con el aparato genito-urinario
5. Enfermedades relacionadas con las glándulas endocrinas
6. Enfermedades infecciosas y parasitarias
7. Enfermedades del aparato nervioso y órganos de los sentidos
8. Enfermedades de la sangre y de los órganos hematopoyéticos
9. Enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo
10. Enfermedades del embarazo, del parto y del puerperio
11. Enfermedades de la piel y tejido celular subcutáneo
12. Trastornos mentales
13. Síntomas y estados morbosos mal definidos
14. Anomalías congénitas
15. Ciertas causas de la morbilidad y de la mortalidad perinatales
16. Tumores (Neoplasias)
17. Accidentes violentos y envenenamientos. Se consideran envenenamientos, accidentes en tránsito, provocados por actos de violencia, suicidio, etcétera.

2.1 Análisis de Fallecimientos en el sector asegurador mexicano.

En las figuras 2.12 – 2.17 podemos analizar los resultados de los años 1996 – 2002 respectivamente, en donde encontramos consistentemente, dentro de las primeras causas de fallecimiento, los siguientes conjuntos patológicos:

▶ ENFERMEDADES DEL APARATO CIRCULATORIO
▶ ACCIDENTES, ENVENENAMIENTOS Y VIOLENTOS
▶ TUMORES (NEOPLASIAS)
▶ ENFERMEDADES DE LAS GLANDULAS ENDOCRINAS COMO: DIABETES, HIPOTIROIDISMO, PANDREAS, ETC.
▶ ENFERMEDADES DEL APARATO RESPIRATORIO
▶ ENFERMEDADES DEL APARATO DIGESTIVO



SINIESTROS PROCEDENTES POR MUERTE EN LA POBLACIÓN ASEGURADA
AÑO 1996

CAUSA	SINIESTROS PROCEDENTES POR MUERTE A EDAD ALCANZADA																TOTAL	%
	De 15 a 20 años	De 21 a 25	De 26 a 30	De 31 a 35	De 36 a 40	De 41 a 45	De 46 a 50	De 51 a 55	De 56 a 60	De 61 a 65	De 66 a 70	De 71 a 75	De 76 a 80	De 81 a 85	De 86 a 90	De 91 a 95		
ENFERMEDADES DEL APARATO CIRCULATORIO	5	5	36	58	102	187	330	384	559	481	381	308	222	128	100	92	3,396	21%
ACCIDENTES, ENVENENAMIENTOS Y VIOLENTAS	18	110	365	422	473	464	474	329	232	132	68	42	33	17	7	7	3,223	20%
TUMORES (NEOPLASIAS)	6	17	31	65	134	165	244	308	353	320	248	175	107	55	44	18	2,289	14%
ENFERMEDADES DEL APARATO RESPIRATORIO	6	13	29	48	108	84	105	108	110	114	138	110	84	57	48	38	1,201	8%
ENFERMEDADES DE LAS GLANDULAS ENDOCRINAS	6	5	1	6	35	37	82	181	211	225	187	91	67	30	20	17	1,181	7%
COMO: DIABETES, HIPOTIROIDISMO, PANCREAS, ETC.																		
ENFERMEDADES DEL APARATO DIGESTIVO	6	9	14	42	63	122	154	140	166	158	117	60	48	30	25	9	1,187	7%
ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS	2	6	28	114	155	157	108	88	85	35	32	22	11	7	10	6	886	5%
ENFERMEDADES DEL SISTEMA NERVIOSO	2	9	30	54	74	51	69	60	48	65	35	35	18	14	8	11	584	4%
ENFERMEDADES DEL APARATO GENITO-URINARIO	2	2	7	21	30	55	53	63	113	75	61	29	36	12	9	8	576	4%
ENFERMEDADES DEL SISTEMA OSTEOMUSCULAR Y DEL TEJIDO CONJUNTIVO: LUPUS, LUMBALGIA,																		
ENFERMEDADES DEGENERATIVAS DE LA COLUMNA	1	7	13	41	49	84	73	76	71	31	27	6	4	1	0	1	485	3%
SINTOMAS Y ESTADOS MORBOSOS MAL DEFINIDOS	1	4	8	11	13	20	22	33	28	8	11	9	9	4	1	3	185	1%
TRASTORNOS MENTALES	0	2	4	7	7	38	20	14	18	13	19	8	11	8	2	3	174	1%
ENFERMEDADES DE LA PIEL Y TEJIDO CELULAR SUBCUTANEO	1	1	8	20	20	25	25	19	1	8	1	8	4	2	8	3	154	1%
ENFERMEDADES DE LA SANGRE Y DE LOS ORGANOS HEMATOPOYETICOS	1	0	4	6	8	17	20	28	27	20	6	10	3	2	1	1	153	1%
COMPLICACIONES DEL EMBARAZO, DEL PARTO Y DEL PUERPERIO	0	0	2	7	11	7	3	1	2	0	0	0	0	0	1	0	34	0%
ANOMALIAS CONGENITAS	0	0	1	2	2	1	0	3	0	1	0	0	1	0	0	1	12	0%
Ciertas causas de la morbilidad y de la mortalidad perinatales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	12	0%
CAUSAS INDETERMINADAS DE DEFUNCION	0	6	18	20	33	18	41	80	21	37	21	7	1	1	0	3	287	2%
TOTAL DE SINIESTRALIDAD	57	196	600	844	1,316	1,582	1,821	1,910	2,045	1,733	1,333	822	657	366	286	220	15,988	100%

Figura 2.11

AÑO 1997
SINIESTROS PROCEDENTES POR MUERTE EN LA POBLACIÓN ASEGURADA

CAUSA	SINIESTROS PROCEDENTES POR MUERTE A EDAD ALCANZADA																	TOTAL	%
	Hasta 15 años	De 16 a 20	De 21 a 25	De 26 a 30	De 31 a 35	De 36 a 40	De 41 a 45	De 46 a 50	De 51 a 55	De 56 a 60	De 61 a 65	De 66 a 70	De 71 a 75	De 76 a 80	De 81 a 85	De 86 o más			
	ACCIDENTES, ENVENENAMIENTOS Y VIOLENTOS	13	143	319	401	474	543	536	387	220	129	73	38	19	7	6	2		
ENFERMEDADES DEL APARATO CIRCULATORIO	4	17	24	37	127	217	424	497	525	368	330	327	174	75	69	84	3,297	21%	
TUMORES (NEOPLASIAS)	4	10	28	69	124	207	336	285	344	268	279	178	108	42	24	11	2,317	15%	
ENFERMEDADES DEL APARATO DIGESTIVO	2	6	6	15	42	116	209	181	179	143	124	73	32	14	11	4	1,157	7%	
ENFERMEDADES DE LAS GLANDULAS ENDOCRINAS COMO: DIABETES, HIPOTIROIDISMO, PANDREAS, ETC.	1	4	7	14	24	61	155	164	198	131	141	107	60	29	20	13	1,129	7%	
ENFERMEDADES DEL APARATO RESPIRATORIO	1	16	19	31	71	70	130	95	113	103	104	119	112	55	51	39	1,129	7%	
ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS	0	14	14	62	132	175	164	115	82	64	34	38	20	10	10	5	969	6%	
ENFERMEDADES DEL SISTEMA NERVIOSO Y ORGANOS DE LOS SENTIDOS	1	13	13	23	46	61	90	64	61	46	45	32	32	9	6	17	559	4%	
ENFERMEDADES DEL APARATO GENITO-URINARIO	2	2	9	18	24	45	64	52	100	67	51	33	21	17	9	9	523	3%	
ENFERMEDADES DEL SISTEMA OSTEO MUSCULAR Y DEL TEJIDO CONJUNTIVO: LUPUS, LUMBALGIA, ENFERMEDADES DEGENERATIVAS DE LA COLUMNA	1	0	3	11	14	42	51	57	22	23	6	4	0	1	1	1	237	2%	
TRASTORNOS MENTALES	0	11	17	10	5	34	23	16	16	13	18	7	9	1	1	1	182	1%	
DE LA SANGRE Y DE LOS ORGANOS HEMATOPOYETICOS	1	1	14	15	18	13	24	11	13	15	15	12	12	1	1	5	171	1%	
SINTOMAS Y ESTADOS MORBOSOS MALDEFINIDOS	0	3	9	9	11	20	33	28	20	13	7	8	6	4	0	0	171	1%	
ANOMALIAS CONGENITAS	1	0	2	8	10	5	10	9	2	3	0	0	1	0	0	0	51	0%	
ENFERMEDADES DEL EMBARAZO, DEL PARTO Y DEL PUERPERIO	0	0	1	7	13	8	5	6	3	3	0	1	0	0	0	0	47	0%	
ENFERMEDADES DE LA PIEL Y TEJIDO CELULAR SUBCUTANEO	0	0	8	3	2	0	2	0	2	3	3	0	0	0	0	1	24	0%	
CIERTAS CAUSAS DE LA MORBILIDAD Y DE LA MORTALIDAD PERINATALES	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5	0%	
CAUSAS INDETERMINADAS DE DEFUNCION	1	7	11	18	24	38	75	74	51	21	10	8	2	4	0	2	348	2%	
TOTAL DE SINIESTRALIDAD	32	247	504	753	1,162	1,656	2,361	2,041	1,951	1,411	1,240	984	608	269	209	194	15,622	100%	

Figura 2.12



AÑO 1998
SINIESTROS PROCEDENTES POR MUERTE EN LA POBLACIÓN ASEGURADA

CAUSA	SINIESTROS PROCEDENTES POR MUERTE A EDAD ALCANZADA																	TOTAL	%
	Hasta 15 años	De 16 a 20	De 21 a 25	De 26 a 30	De 31 a 35	De 36 a 40	De 41 a 45	De 46 a 50	De 51 a 55	De 56 a 60	De 61 a 65	De 66 a 70	De 71 a 75	De 76 a 80	De 81 a 85	De 86 y más			
ENFERMEDADES DEL APARATO CIRCULATORIO	8	15	49	95	131	184	316	456	431	507	402	328	252	170	102	110	3,569	20%	
ACCIDENTES, ENVENENAMIENTOS Y VIOLENTOS	16	152	396	512	521	519	410	305	212	144	73	54	35	19	20	11	3,399	19%	
TUMORES (NEOPLASIAS)	10	17	54	83	154	185	247	340	405	367	280	210	148	72	41	27	2,620	15%	
ENFERMEDADES DE LAS GLANDULAS ENDOCRINAS COMO: DIABETES, HIPOTIROIDISMO, PANDREAS, ETC.	1	9	26	30	37	75	90	166	222	213	168	122	99	49	19	25	1,354	8%	
ENFERMEDADES DEL APARATO RESPIRATORIO	9	17	27	39	57	91	82	114	119	135	135	120	98	76	67	69	1,255	7%	
ENFERMEDADES DEL APARATO DIGESTIVO	1	2	11	20	53	98	121	144	150	155	135	82	54	42	8	16	1,092	6%	
ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS	6	22	84	158	219	241	215	181	224	130	55	86	35	50	25	34	1,743	10%	
ENFERMEDADES DEL APARATO GENITO-URINARIO	0	3	6	29	29	37	47	80	109	91	83	63	42	16	5	15	655	4%	
ENFERMEDADES DEL SISTEMA NERVIOSO Y ORGANOS DE LOS SENTIDOS	8	7	24	49	45	40	81	88	80	50	59	37	43	16	30	20	637	4%	
TRASTORNOS MENTALES	0	0	21	26	33	34	46	40	46	35	19	9	4	3	3	2	321	2%	
ENFERMEDADES DEL SISTEMA OSTEOMUSCULAR Y DE DE LA SANGRE Y DE LOS ORGANOS	0	0	19	24	29	27	20	50	40	35	26	30	18	2	0	0	320	2%	
HEMATOPOYETICOS	3	3	14	17	11	19	14	20	26	21	11	18	20	1	4	2	204	1%	
SINTOMAS Y ESTADOS MORBOSOS MALDEFINIDOS	1	2	27	26	20	13	24	21	22	5	4	16	12	2	3	4	201	1%	
ENFERMEDADES DEL EMBARAZO, DEL PARTO Y DEL ENFERMEDADES DE LA PIEL Y TEJIDO CELULAR	2	1	9	14	10	10	1	2	5	0	1	0	0	0	1	0	56	0%	
SUBCUTANEO	0	0	3	0	1	1	8	3	8	5	2	0	0	0	0	0	29	0%	
CIERTAS CAUSAS DE LA MORBILIDAD Y DE LA MORTALIDAD PERINATALES	1	1	0	1	2	3	2	2	4	1	0	0	0	1	1	0	19	0%	
ANOMALIAS CONGENITAS	1	1	1	0	1	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	10		
CAUSAS INDETERMINADAS DE DEFUNCION	4	4	16	30	31	51	47	61	51	27	14	9	1	5	5	7	363	2%	
TOTAL DE SINIESTRALIDAD	71	256	787	1,150	1,384	1,639	1,771	2,040	2,134	1,922	1,448	1,184	861	524	334	342	17,847	100%	

Figura 2.13



AÑO 1999
SINIESTROS PROCEDENTES POR MUERTE EN LA POBLACIÓN ASEGURADA

CAUSA	SINIESTROS PROCEDENTES POR MUERTE A EDAD ALCANZADA																	TOTAL	%
	Menos de 15 años	De 15 a 20	De 20 a 25	De 25 a 30	De 30 a 35	De 35 a 40	De 40 a 45	De 45 a 50	De 50 a 55	De 55 a 60	De 60 a 65	De 65 a 70	De 70 a 75	De 75 a 80	De 80 a 85	De 85 o más			
ACCIDENTES, ENVENENAMIENTOS Y VIOLENTOS	21	179	545	646	548	667	553	359	312	203	89	55	32	17	9	12	4,247	23%	
ENFERMEDADES DEL APARATO CIRCULATORIO	7	18	56	108	129	251	326	488	447	555	464	414	291	171	120	141	3,996	22%	
TUMORES (NEOPLASIAS)	7	17	61	87	136	211	247	371	318	359	268	225	153	91	47	30	2,628	14%	
ENFERMEDADES DEL APARATO RESPIRATORIO	13	9	23	47	55	90	108	135	113	125	116	150	96	83	71	79	1,312	7%	
ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS	3	29	85	135	154	142	172	140	140	82	90	45	20	19	8	5	1,269	7%	
ENFERMEDADES DE LAS GLANDULAS ENDOCRINAS COMO: DIABETES, HIPOTIROIDISMO, PANDREAS, ETC.	0	0	5	13	31	55	111	125	196	231	165	100	74	63	22	22	1,213	7%	
ENFERMEDADES DEL APARATO DIGESTIVO	6	8	11	23	45	117	138	174	158	157	134	82	45	28	20	14	1,158	6%	
ENFERMEDADES DEL SISTEMA NERVIOSO Y ORGANOS DE LOS SENTIDOS	4	4	26	39	53	63	87	80	84	66	63	63	46	33	22	24	757	4%	
ENFERMEDADES DEL APARATO GENITO-URINARIO	2	4	19	32	47	32	77	80	96	102	87	81	54	21	11	8	753	4%	
TRASTORNOS MENTALES	0	1	7	10	20	18	18	38	37	31	9	6	8	6	2	2	213	1%	
DE LA SANGRE Y DE LOS ORGANOS HEMATOPOYETICO	3	1	5	8	17	14	19	22	18	18	18	6	5	4	4	3	165	1%	
SINTOMAS Y ESTADOS MORBOSOS MALDEFINIDOS	0	3	7	13	14	16	21	21	20	18	6	6	10	7	2	3	165	1%	
ENFERMEDADES DEL SISTEMA OSTEOMUSCULAR Y DEL TEJIDO CONJUNTIVO: LUPUS, LUMBALGIA,	0	0	7	16	22	21	24	24	16	18	5	5	2	2	0	1	163	1%	
ENFERMEDADES DEGENERATIVAS DE LA COLUMNA																			
ENFERMEDADES DEL EMBARAZO, DEL PARTO Y DEL PUERPERIO	0	0	4	7	18	15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	45	0%	
ENFERMEDADES DE LA PIEL Y TEJIDO CELULAR																			
SUBCUTANEO	1	1	0	1	3	8	1	4	1	1	1	3	2	0	0	0	27	0%	
ANOMALIAS CONGENITAS	4	0	3	1	1	2	2	3	0	4	0	0	0	0	0	0	20	0%	
CIERTAS CAUSAS DE LA MORBILIDAD Y DE LA MORTALIDAD PERINATALES	3	0	0	2	0	5	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	15	0%	
CAUSAS INDETERMINADAS DE DEFUNCION	2	3	13	13	30	41	60	79	70	22	10	18	11	9	5	7	393	2%	
TOTAL DE SINIESTRALIDAD	76	275	877	1,201	1,323	1,768	1,964	2,155	2,030	1,990	1,525	1,259	848	554	343	351	18,539	100%	

Figura 2.14



AÑO 2000
SINIESTROS PROCEDENTES POR MUERTE EN LA POBLACIÓN ASEGURADA

CAUSA	SINIESTROS PROCEDENTES POR MUERTE A EDAD ALCANZADA																		TOTAL	%
	Hasta 15 años	De 16 a 20	De 21 a 25	De 26 a 30	De 31 a 35	De 36 a 40	De 41 a 45	De 46 a 50	De 51 a 55	De 56 a 60	De 61 a 65	De 66 a 70	De 71 a 75	De 76 a 80	De 81 a 85	De 86 o más				
	ACCIDENTES, ENVENENAMIENTOS Y VIOLENTOS	19	204	498	668	584	579	577	397	269	197	160	174	43	28	18	16	4,431		
ENFERMEDADES DEL APARATO CIRCULATORIO	9	18	74	137	118	237	368	454	560	462	427	439	329	237	145	186	4,198	21%		
TUMORES (NEOPLASIAS)	7	27	44	113	158	274	304	415	456	422	315	307	196	102	66	35	3,241	16%		
ENFERMEDADES DE LAS GLANDULAS ENDOCRINAS COMO: DIABETES, HIPOTIROIDISMO, PANDREAS, ETC.	2	3	14	20	36	50	79	200	218	250	192	180	124	71	28	19	1,484	7%		
ENFERMEDADES DEL APARATO RESPIRATORIO	20	8	48	51	77	73	88	136	90	136	109	115	113	113	58	82	1,317	7%		
ENFERMEDADES DEL APARATO DIGESTIVO	8	14	9	35	49	81	148	213	215	215	108	79	61	30	19	17	1,311	7%		
ENFERMEDADES DEL APARATO GENITO-URINARIO	1	11	17	37	44	69	78	124	170	142	98	83	46	31	30	37	1,018	5%		
ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS	5	9	31	60	133	75	107	109	92	61	48	37	19	21	15	8	830	4%		
ENFERMEDADES DEL SISTEMA NERVIOSO Y ORGANOS DE LOS SENTIDOS	10	7	27	21	33	36	67	63	55	50	40	44	44	37	20	21	575	3%		
DE LA SANGRE Y DE LOS ORGANOS HEMATOPOYETICOS	3	3	6	9	18	33	46	36	53	46	29	20	17	6	9	7	339	2%		
TRASTORNOS MENTALES	0	2	3	7	12	16	23	25	18	15	5	5	4	6	8	7	156	1%		
ENFERMEDADES DE LA PIEL Y TEJIDO CELULAR SUBCUTANEO	0	5	2	5	4	13	8	23	9	13	10	2	2	0	2	0	98	0%		
SINTOMAS Y ESTADOS MORBOSOS MALDEFINIDOS	0	0	3	5	2	15	15	14	4	14	2	9	5	1	3	0	92	0%		
ENFERMEDADES DEL SISTEMA OSTEOMUSCULAR Y DEL TEJIDO CONJUNTIVO; LUPUS, LUMBALGIA, ENFERMEDADES DEGENERATIVAS DE LA COLUMNA	0	3	5	4	10	8	4	6	12	11	8	9	1	1	0	0	82	0%		
ENFERMEDADES DEL EMBARAZO, DEL PARTO Y DEL PUERPERIO	4	0	6	16	15	2	5	5	6	4	2	1	0	1	0	0	67	0%		
ANOMALIAS CONGENITAS	7	2	2	2	3	1	3	3	8	6	2	1	0	1	0	0	41	0%		
CIERTAS CAUSAS DE LA MORBILIDAD Y DE LA MORTALIDAD PERINATALES	5	0	3	0	0	1	3	9	0	0	2	0	0	0	0	0	23	0%		
CAUSAS INDETERMINADAS DE DEFUNCION	2	3	13	29	39	88	102	142	121	58	19	18	4	8	2	7	655	3%		
TOTAL DE SINIESTRALIDAD	102	319	805	1,219	1,333	1,661	2,023	2,374	2,356	2,102	1,576	1,523	1,008	694	421	442	19,958	100%		

Figura 2.15



AÑO 2001
SINIESTROS PROCEDENTES POR MUERTE EN LA POBLACIÓN ASEGURADA

CAUSA	SINIESTROS PROCEDENTES POR MUERTE A EDAD ALCANZADA																TOTAL	%
	Hasta 15 AÑOS	De 16 a 20	De 21 a 25	De 26 a 30	De 31 a 35	De 36 a 40	De 41 a 45	De 46 a 50	De 51 a 55	De 56 a 60	De 61 a 65	De 66 a 70	De 71 a 75	De 76 a 80	De 81 a 85	De 86 a 90		
ENFERMEDADES DEL APARATO CIRCULATORIO	18	17	38	96	158	242	375	554	533	646	499	463	315	266	152	195	4,569	21%
ACCIDENTES, ENVENENAMIENTOS Y VIOLENTOS	37	147	430	560	619	582	507	371	352	219	105	68	29	16	8	3	4,073	19%
TUMORES (NEOPLASIAS)	15	25	42	123	207	308	390	483	476	483	367	310	165	144	60	50	3,648	17%
ENFERMEDADES DE LAS GLANDULAS ENDOCRINAS	3	4	7	30	29	51	144	238	310	319	231	197	124	84	34	32	1,837	8%
COMO: DIABETES, HIPOTIROIDISMO, PANDREAS, ETC.																		
ENFERMEDADES DEL APARATO RESPIRATORIO	21	12	45	59	87	110	128	135	149	170	138	148	149	115	87	85	1,618	7%
ENFERMEDADES DEL APARATO DIGESTIVO	3	3	21	36	58	101	157	185	182	181	128	79	60	42	20	34	1,290	6%
ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS	15	13	59	143	171	185	142	132	108	58	58	32	28	38	11	13	1,184	5%
ENFERMEDADES DEL APARATO GENITO-URINARIO	3	3	18	47	56	87	78	113	183	150	115	93	83	38	27	26	1,079	5%
ENFERMEDADES DEL SISTEMA NERVIOSO Y ORGANOS DE LOS SENTIDOS	7	7	17	30	45	58	85	85	76	98	75	72	76	48	36	35	852	4%
TRASTORNOS MENTALES	0	6	12	12	14	26	59	53	56	56	36	27	28	24	6	12	427	2%
DE LA SANGRE Y DE LOS ORGANOS HEMATOPOYETICOS	4	5	11	20	22	25	33	50	62	42	40	12	23	14	7	4	374	2%
SINTOMAS Y ESTADOS MORBOSOS MALDEFINIDOS	0	0	2	6	7	13	15	13	8	9	7	14	6	3	3	3	109	0%
ENFERMEDADES DEL SISTEMA OSTEOMUSCULAR Y DEL TEJIDO CONJUNTIVO: LUPUS, LUMBALGIA,	0	2	3	7	8	1	9	12	16	8	3	7	0	3	2	1	82	0%
ENFERMEDADES DEGENERATIVAS DE LA COLUMNA																		
ENFERMEDADES DEL EMBARAZO, DEL PARTO Y DEL ANOMALIAS CONGENITAS	2	2	6	12	14	9	9	3	2	3	1	2	0	1	0	0	68	0%
ENFERMEDADES DE LA PIEL Y TEJIDO CELULAR SUBCUTANEO	8	2	3	4	3	1	4	7	2	5	1	0	0	0	1	1	42	0%
CERTAS CAUSAS DE LA MORBILIDAD Y DE LA MORTALIDAD PERINATALES	0	0	0	5	2	2	8	6	6	7	3	0	0	1	0	0	40	0%
CAUSAS INDETERMINADAS DE DEFUNCION	7	0	0	2	0	0	2	7	4	1	0	0	0	0	0	0	23	0%
TOTAL DE SINIESTRALIDAD	147	251	724	1,234	1,618	1,813	2,232	2,542	2,581	2,502	1,853	1,557	1,104	849	471	501	21,879	100%

Figura 2.16



AÑO 2002
SINIESTROS PROCEDENTES POR MUERTE EN LA POBLACIÓN ASEGURADA

CAUSA	SINIESTROS PROCEDENTES POR MUERTE A EDAD ALCANZADA																TOTAL	%
	Hasta 15 años	De 15 a 20	De 21 a 25	De 26 a 30	De 31 a 35	De 36 a 40	De 41 a 45	De 46 a 50	De 51 a 55	De 56 a 60	De 61 a 65	De 66 a 70	De 71 a 75	De 76 a 80	De 81 a 85	De 86 a 90 años		
ENFERMEDADES DEL APARATO CIRCULATORIO	2	21	59	132	183	255	408	534	618	676	600	478	425	397	197	249	5,212	21%
ACCIDENTES, ENVENENAMIENTOS Y VIOLENTOS	24	169	445	651	650	649	600	483	333	290	180	110	48	48	15	17	4,690	19%
TUMORES (NEOPLASIAS)	5	24	37	127	193	263	399	513	499	480	429	322	252	167	126	65	3,901	15%
ENFERMEDADES DE LAS GLANDULAS ENDOCRINAS, DE LA NUTRICION Y DEL METABOLISMO	5	10	32	47	73	118	218	337	457	523	385	319	286	187	78	68	3,143	12%
ENFERMEDADES DEL APARATO RESPIRATORIO	8	19	53	84	104	152	138	200	158	185	170	209	156	151	132	154	2,053	8%
ENFERMEDADES DEL APARATO DIGESTIVO	4	11	30	33	68	65	179	228	247	263	169	141	88	78	42	30	1,702	7%
ENFERMEDADES DEL APARATO GENITO-URINARIO	0	9	33	52	72	74	103	159	132	151	142	141	91	78	29	31	1,297	5%
ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS	3	12	46	91	157	156	108	120	69	69	35	34	22	13	13	11	958	4%
ENFERMEDADES DEL SISTEMA NERVIOSO Y ORGANOS DE LOS SENTIDOS	0	12	21	42	49	67	90	109	78	112	94	66	88	40	33	40	921	4%
TRASTORNOS MENTALES	0	0	7	11	11	22	35	43	46	43	23	15	17	10	8	4	295	1%
DE LA SANGRE Y DE LOS ORGANOS HEMATOPOYETICOS	1	5	10	12	22	22	14	38	36	27	22	15	18	17	8	13	282	1%
SINTOMAS Y ESTADOS MORBOSOS MALDEFINIDOS	0	2	9	8	10	20	18	8	10	17	9	5	6	1	2	6	131	1%
ENFERMEDADES DEL SISTEMA OSTEOMUSCULAR Y DEL TEJIDO CONJUNTIVO	0	0	2	9	8	12	5	18	8	10	10	5	4	3	1	2	95	0%
ENFERMEDADES DEL EMBARAZO, DEL PARTO Y DEL ENFERMEDADES DE LA PIEL Y TEJIDO CELULAR	1	7	9	11	13	11	4	2	4	2	1	1	0	0	0	0	66	0%
SUBCUTANEO	0	0	3	1	2	6	8	7	2	5	4	2	4	4	1	0	49	0%
CERTAS CAUSAS DE LA MORBILIDAD Y DE LA MORTALIDAD PERINATALES	1	3	2	0	2	5	5	3	4	3	2	1	1	0	3	6	41	0%
ANOMALIAS CONGENITAS	2	0	3	2	4	4	4	2	1	1	1	1	0	3	0	1	29	0%
CAUSAS INDETERMINADAS DE DEFUNCION	0	5	8	19	44	52	84	74	60	44	20	17	7	9	6	10	459	2%
TOTAL DE SINIESTRALIDAD	56	309	808	1,312	1,643	1,983	2,418	2,878	2,764	2,901	2,276	1,882	1,491	1,202	694	707	25,324	100%

Figura 2.17





En las figuras 2.18 y 2.19 podemos comprobar que entre los 26 y los 55 años se presenta el 79% de la mortalidad y que los conjuntos patológicos antes mencionados representan el 83% del total de la mortalidad observada en este periodo, es decir, enfermedades relacionadas con el aparato circulatorio representan el 21% de la carga de siniestralidad, los accidentes, envenenamientos y accidentes violentos el 20%, tumores (neoplasias) el 15%, enfermedades relacionadas con las glándulas endocrinas el 8%, enfermedades relacionadas con el aparato respiratorio el 7%, enfermedades relacionadas con el aparato digestivo el 7% y por último, enfermedades infecciosas y parasitarias 6 por ciento.

También podemos observar que en el rango de los 46 a los 50 años se presenta el mayor número de muertes por 15, 940 que representa un 11.79%, así mismo vemos que los quinquenios anterior y posterior tienen siniestralidad muy parecida con un 10.74% y 11.74% respectivamente.

Como es de esperarse a mayor edad mayor es el índice de siniestralidad, es decir la mortalidad es creciente hasta llegar a los 65 años y decreciente en adelante, esto se debe a que la población expuesta es menor.

En la figura 2.19 observamos que las causas principales de fallecimiento se presentan desde 1996 son: Enfermedades del aparato circulatorio y tumores (neoplasias) que ocupan entre el 1° y 3° lugar, el 2° lugar encontramos consistentemente los accidentes violentos y envenenamientos.

**SINIESTRALIDAD TOTAL POR GRUPOS DE EADES
PROCEDENTES POR MUERTE EN LA POBLACIÓN ASEGURADA**

CAUSA	SINIESTROS PROCEDENTES POR MUERTE A EDAD ALCANZADA																	TOTAL	%
	De 15 años a 20	De 21 a 25	De 26 a 30	De 31 a 35	De 36 a 40	De 41 a 45	De 46 a 50	De 51 a 55	De 56 a 60	De 61 a 65	De 66 a 70	De 71 a 75	De 76 a 80	De 81 a 85	De 86 a más				
ENFERMEDADES DEL APARATO CIRCULATORIO	53	111	338	663	828	1583	2549	5390	9678	3703	3103	2757	2008	1444	885	1057	28,237	21%	
ACCIDENTES, ENVENENAMIENTOS Y VIOLENTOS TUMORES (NEOPLASIAS)	148	1104	2998	3880	3889	4033	3657	2831	1930	1314	728	539	239	150	83	88	27,371	20%	
ENFERMEDADES DE LAS GLANDULAS ENDOCRINAS COMO: DIABETES, HIPOTIROIDISMO, PANCREAS, ETC.	54	137	297	687	1406	1613	2187	2715	2851	2696	2167	1727	1129	673	408	234	20,644	15%	
ENFERMEDADES DEL APARATO RESPIRATORIO	18	35	92	160	285	447	879	1413	1812	1892	1450	1116	834	513	219	198	11,341	8%	
ENFERMEDADES DEL APARATO DIGESTIVO	78	94	244	339	540	670	779	921	652	969	910	971	807	650	515	547	9,885	7%	
ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS	30	51	102	204	378	740	1106	1271	1297	1272	915	598	384	282	145	124	8,877	7%	
ENFERMEDADES DEL APARATO GENITO-URINARIO	34	105	347	761	1121	1111	1044	985	800	499	352	294	153	158	92	82	7,818	6%	
ENFERMEDADES DEL SISTEMA NERVIOSO Y ORGANOS DE LOS SENTIDOS	10	34	109	238	301	379	500	671	883	778	637	523	373	213	120	134	5,901	4%	
TRASTORNOS MENTALES	32	59	158	258	346	378	699	529	462	487	411	349	327	197	158	168	4,885	4%	
ENFERMEDADES DEL SISTEMA OSTEOMUSCULAR Y DEL TEJIDO CONJUNTIVO: LUPUS, LUMBALGIA, ENFERMEDADES DEGENERATIVAS DE LA COLUMNA DE LA SANGRE Y DE LOS ORGANOS	0	22	71	83	102	188	224	229	237	206	129	77	81	58	30	31	1,768	1%	
HEMATOPOYETICOS	16	18	64	87	112	143	170	208	237	188	141	93	98	45	34	35	1,688	1%	
SINTOMAS Y ESTADOS MORBOSOS MALDEFINIDOS	2	14	85	77	77	117	148	138	112	82	46	87	54	22	14	19	1,054	1%	
ENFERMEDADES DEL EMBARAZO, DEL PARTO Y DEL ENFERMEDADES DE LA PIEL Y TEJIDO CELULAR	9	10	39	74	94	62	27	19	23	12	5	5	0	2	2	0	383	0%	
SUBCUTANEO	2	7	24	35	54	59	58	82	29	42	24	15	12	7	11	4	421	0%	
CIERTAS CAUSAS DE LA MORBILIDAD Y DE LA MORTALIDAD PERINATALES	17	4	5	7	5	25	12	23	15	5	4	4	1	1	4	6	138	0%	
ANOMALIAS CONGENITAS	23	5	16	18	24	18	25	26	13	21	4	2	2	4	1	3	205	0%	
CAUSAS INDETERMINADAS DE DEFUNCION	13	31	87	151	240	340	498	585	450	258	140	110	46	46	33	43	3,067	2%	
TOTAL DE SINIESTRALIDAD	541	1,853	5,105	7,813	8,579	12,302	14,590	15,940	15,863	14,961	11,251	9,311	6,577	4,458	2,758	2,757	135,157	100%	
% de participación	0.40%	1.37%	3.78%	5.78%	7.18%	8.95%	10.78%	11.78%	11.74%	10.77%	8.32%	6.89%	4.87%	3.30%	2.04%	2.04%	100.00%		

Figura 2.18



SINIESTRALIDAD TOTAL POR AÑO
 PROCEDENTES POR MUERTE EN LA POBLACIÓN ASEGURADA

CAUSA	SINIESTROS PROCEDENTES POR MUERTE A EDAD ALCANZADA															
	96		97		98		99		00		01		Total	%		
ENFERMEDADES DEL APARATO CIRCULATORIO	3,386	21%	3,287	21%	3,688	20%	3,966	22%	4,198	21%	4,589	21%			5,212	21%
ACCIDENTES, ENVENENAMIENTOS Y VIOLENTOS	3,223	20%	3,308	21%	3,388	18%	4,247	23%	4,431	22%	4,073	18%	4,880	19%	27,371	20%
TUMORES (NEOPLASIAS)	2,289	14%	2,317	15%	2,620	15%	2,628	14%	3,241	16%	3,848	17%	3,801	15%	20,644	15%
ENFERMEDADES DE LAS GLANDULAS ENDOCRINAS COMO: DIABETES, HIPOTIROIDISMO, PANCREAS, ETC.	1,181	7%	1,129	7%	1,354	8%	1,213	7%	1,484	7%	1,837	8%	3,143	12%	11,341	8%
ENFERMEDADES DEL APARATO RESPIRATORIO	1,201	8%	1,129	7%	1,256	7%	1,312	7%	1,317	7%	1,618	7%	2,053	8%	9,865	7%
ENFERMEDADES DEL APARATO DIGESTIVO	1,167	7%	1,157	7%	1,082	6%	1,158	6%	1,311	7%	1,280	6%	1,702	7%	8,877	7%
ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS	865	6%	969	6%	1,743	10%	1,269	7%	830	4%	1,184	5%	958	4%	7,818	6%
ENFERMEDADES DEL APARATO GENITO-URINARIO	578	4%	523	3%	655	4%	763	4%	1,018	5%	1,079	5%	1,297	5%	5,901	4%
ENFERMEDADES DEL SISTEMA NERVIOSO Y ORGANOS DE LOS SENTIDOS	584	4%	559	4%	637	4%	757	4%	675	3%	852	4%	921	4%	4,985	4%
TRASTORNOS MENTALES	174	1%	182	1%	321	2%	213	1%	156	1%	427	2%	295	1%	1,768	1%
ENFERMEDADES DEL SISTEMA OSTEOMUSCULAR Y DEL TEJIDO CONJUNTIVO: LUPUS, LUMBALGIA, ENFERMEDADES DEGENERATIVAS DE LA COLUMNA DE LA SANGRE Y DE LOS ORGANOS	495	3%	237	2%	320	2%	163	1%	82	0%	82	0%	95	0%	1,474	1%
HEMATOPUYETICOS	153	1%	171	1%	204	1%	165	1%	339	2%	374	2%	282	1%	1,888	1%
SINTOMAS Y ESTADOS MORBOSOS MALDEFINIDOS	185	1%	171	1%	201	1%	165	1%	92	0%	109	0%	131	1%	1,054	1%
ENFERMEDADES DEL EMBARAZO, DEL PARTO Y DEL ENFERMEDADES DE LA PIEL Y TEJIDO CELULAR SUBCUTANEO	34	0%	47	0%	56	0%	45	0%	67	0%	68	0%	66	0%	383	0%
CIERTAS CAUSAS DE LA MORBILIDAD Y DE LA MORTALIDAD PERNATALES	154	1%	24	0%	29	0%	27	0%	98	0%	40	0%	49	0%	421	0%
ANOMALIAS CONGENITAS	12	0%	5	0%	19	0%	15	0%	23	0%	23	0%	41	0%	138	0%
CAUSAS INDETERMINADAS DE DEFUNCION	12	0%	51	0%	10	0%	20	0%	41	0%	42	0%	29	0%	205	0%
Totales	287	2%	348	2%	363	2%	393	2%	655	3%	564	3%	459	2%	3,067	2%
	15,988	100%	15,822	100%	17,847	100%	18,539	100%	19,958	100%	21,879	100%	25,324	100%	135,157	100%

Figura 2.19





Como se muestra en la figura 2.20 podemos observar que existe un incremento en los fallecimientos por causas cardiovasculares que empieza a los 36 años y alcanza su punto más alto en el grupo de edades 56–60 años.

Similar a la anterior se encuentra la grafica de la figura 2.21 en donde se relacionan los fallecimientos. Por cáncer, vemos que se presenta con mayor incidencia a los 36 años y alcanza su máximo en los 46, esto nos muestra que su evolución es mucho más rápida que los problemas cardiovasculares, sin embargo, este comportamiento se acerca mucho a una constante hasta los 60 años, pero con una fuerte incidencia hasta los 70.

Con respecto a las enfermedades de las glándulas endocrinas encontramos un incremento muy fuerte en el último año. A la edad de 41 años se empieza a presentar con intensidad y se incrementa hasta encontrar su punto más alto entre los 56–60 años como se puede observar en la figura 2.22

CAUSA	FALLECIMIENTOS POR SINISTROS CARDIOVASCULARES EN LA POBLACIÓN ASEGURADA																TOTAL	%
	Hasta 15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85	86 +		
96	5	5	36	58	102	187	330	394	559	491	381	308	222	126	100	92	3,398	12%
97	4	17	24	37	127	217	428	497	528	368	330	327	174	75	69	84	3,297	12%
98	8	15	49	95	131	194	316	469	431	507	402	328	252	170	102	110	3,569	13%
99	7	18	56	108	129	251	326	468	447	355	464	414	291	171	120	141	3,998	14%
00	9	18	74	137	118	237	396	454	560	462	427	439	329	237	145	166	4,198	15%
01	18	17	38	96	168	242	379	604	533	646	499	483	315	268	152	195	4,569	16%
02	2	21	59	132	163	255	406	534	618	678	600	478	425	397	197	249	5,212	18%
TOTAL DE SINISTROS	53	111	338	663	828	1,363	2,543	3,390	3,673	3,793	3,183	2,737	2,008	1,444	885	1,057	28,237	18%
PORCENTAJE	0.19%	0.38%	1.16%	2.35%	3.28%	5.61%	9.61%	12.61%	13.01%	13.11%	10.99%	9.76%	7.11%	5.11%	3.13%	3.74%	100.00%	
ACUMULACIÓN	0.19%	0.58%	1.77%	4.12%	7.41%	13.01%	22.62%	34.92%	47.03%	60.14%	71.13%	80.99%	88.01%	93.12%	96.26%	100.00%		

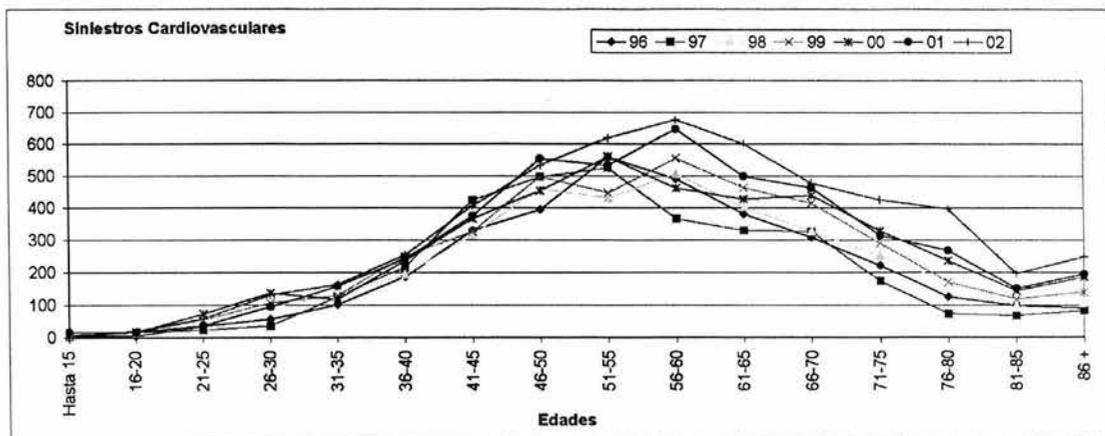


FIGURA 2.20



CAUSA	FALLECIETOS POR SINISTROS DE CÁNCER EN LA POBLACIÓN ASEGURADA																	TOTAL	%
	Hasta 15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85	86+			
96	6	17	31	65	134	165	244	308	353	320	249	175	107	55	44	16	2,289	11%	
97	4	10	28	69	124	207	336	288	344	268	279	178	108	42	24	11	2,317	11%	
98	10	17	54	83	154	185	247	340	405	387	260	210	148	72	41	27	2,629	13%	
99	7	17	61	87	136	211	247	371	318	359	268	225	153	91	47	30	2,628	13%	
00	7	27	44	113	158	274	304	415	456	422	315	307	198	102	66	35	3,241	16%	
01	15	25	42	123	207	308	390	483	476	483	387	310	165	144	60	50	3,648	18%	
02	5	24	37	127	193	263	399	513	499	480	429	322	252	167	126	65	3,981	19%	
TOTAL DE SINISTROS	54	137	297	867	1,104	1,813	2,187	2,716	2,851	2,494	2,187	1,129	673	408	234	20,644	19%		
PORCENTAJE	0.28%	0.66%	1.44%	3.23%	5.36%	7.81%	18.54%	13.15%	13.81%	13.07%	10.50%	8.37%	5.47%	3.26%	1.99%	1.13%	100.00%		
ACUMULACIÓN	0.28%	0.93%	2.38%	5.59%	10.95%	18.77%	29.28%	42.41%	56.22%	69.30%	79.80%	88.16%	93.63%	96.89%	98.87%	100.00%			

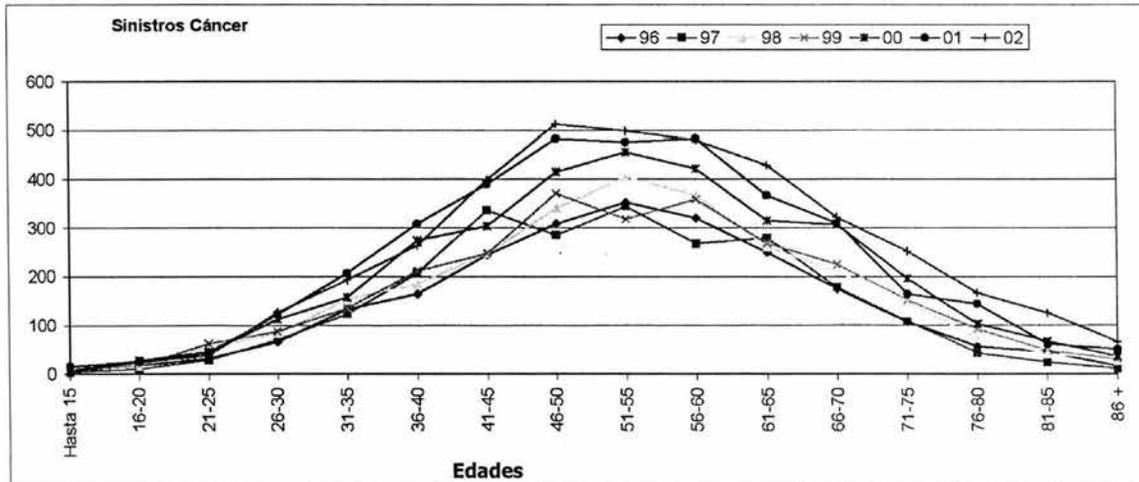


FIGURA 2.21



CAUSA	FALLECIETOS POR SINIESTROS ENFERMEDADES DE LAS GLANDULAS ENDOCRINAS EN LA POBLACION ASEGURADA																	TOTAL	%
	Hasta 15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85	86+			
96	6	5	1	6	35	37	82	101	211	225	167	91	67	30	20	17	1,181	10%	
97	1	4	7	14	24	61	136	184	188	131	141	107	60	29	20	13	1,129	10%	
98	1	9	26	30	37	75	90	168	222	213	189	122	99	49	19	25	1,354	12%	
99	0	0	5	13	31	65	131	125	198	203	165	100	74	63	22	22	1,213	11%	
00	2	3	14	20	36	60	79	200	218	260	192	180	124	71	26	19	1,484	13%	
01	3	4	7	30	29	51	144	238	310	315	231	197	124	84	34	32	1,837	16%	
02	5	10	32	47	73	118	218	337	457	523	385	319	286	187	78	68	3,143	28%	
TOTAL DE SINIESTROS	18	35	92	160	265	447	979	1,413	1,812	1,882	1,459	1,116	834	513	219	196			
PORCENTAJE	0.16%	0.31%	0.81%	1.41%	2.34%	3.94%	7.75%	12.46%	15.98%	16.88%	12.78%	8.84%	7.35%	4.52%	1.83%	1.73%	100.00%		
ACUMULACION	0.16%	0.47%	1.28%	2.69%	5.03%	8.97%	16.72%	29.18%	45.15%	61.84%	74.62%	84.46%	91.82%	96.34%	98.27%	100.00%			

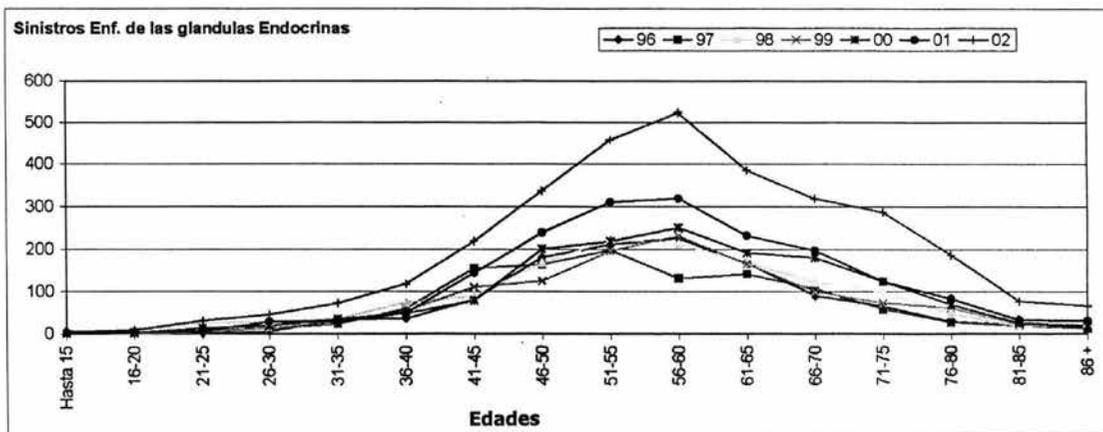


FIGURA 2.22





2.2 Edad promedio de fallecimiento para las enfermedades de mayor incidencia.

El promedio de edad en que se presenta el fallecimiento causado por padecimientos o enfermedades de mayor frecuencia no es mayor a los 58 años como lo podemos observar en la figura 2.23, para las enfermedades del aparato circulatorio, enfermedades de las glándulas endocrinas como la diabetes, hipotiroidismo o páncreas y enfermedades del aparato respiratorio, el promedio de la edad de fallecimiento es a los 58 años lo cual puede ser ocasionado en muchos casos por el tipo de hábitos y el régimen alimenticio, sin embargo, esto no excluye el factor de riesgo hereditario o genético. Más alarmante es el caso de enfermedades relacionadas con el aparato digestivo o el cáncer con una media de 54 años de edad al momento del fallecimiento.



- 1 ENFERMEDADES DEL APARATO CIRCULATORIO
- 2 ACCIDENTES, ENVENENAMIENTOS Y VIOLENTOS
- 3 TUMORES (NEOPLASIAS)
- 4 ENFERMEDADES DE LAS GLANDULAS ENDOCRINAS COMO: DIABETES, HIPOTIROIDISMO, PANCREAS, ETC.
- 5 ENFERMEDADES DEL APARATO RESPIRATORIO
- 6 ENFERMEDADES DEL APARATO DIGESTIVO

Principales causas de Fallecimiento						
Edades	1	2	3	4	5	6
0-15	2	24	5	5	8	4
16-20	21	169	24	10	19	11
21-25	59	445	37	32	53	30
26-30	132	651	127	47	64	33
31-35	163	650	193	73	104	68
36-40	255	649	263	118	152	95
41-45	406	600	399	218	138	179
46-50	534	483	513	337	200	228
51-55	618	333	499	457	158	247
56-60	676	290	480	523	185	263
61-65	600	160	429	385	170	169
66-70	478	110	322	319	209	141
71-75	425	48	252	286	156	86
76-80	397	46	167	187	151	76
81-85	197	15	126	78	132	42
86 y más	249	17	65	68	154	30
Totales	5,212	4,690	3,801	3,143	2,053	1,702
Media	58	40	54	58	58	54

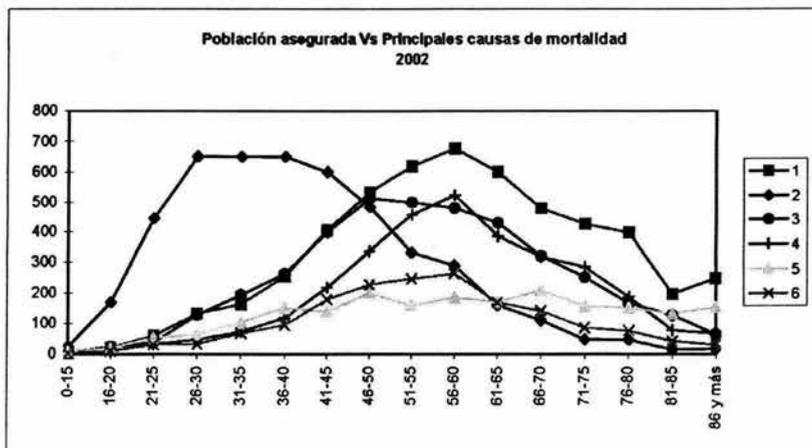


FIGURA 2.23



Esto es preocupante para las instituciones de seguros debido a que el número de asegurados en estas edades se ha venido incrementando como lo vemos en la figura 2.24: en el periodo de 1997 al año 2002 los asegurados entre los 50 y los 60 años representa el 10% y en el último año presentó un incremento del 13% lo cual nos quiere decir que el asegurado ha tomado una mayor conciencia del riesgo de ocurrencia de este tipo de enfermedades y en consecuencia ha buscado asegurarse.



Total		Asegurados					
Edades	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0-15	132,414	151,727	101,266	102,829	109,200	132,513	129,696
16-20	280,358	252,659	363,317	426,907	417,408	409,539	362,444
21-25	644,529	627,407	875,266	1,120,807	1,051,408	1,062,908	996,961
26-30	819,327	807,010	1,108,603	1,446,639	1,431,072	1,494,017	1,479,028
31-35	923,548	963,407	1,141,449	1,417,854	1,414,507	1,450,689	1,666,562
36-40	989,551	1,216,398	1,152,430	1,386,802	1,394,140	1,464,968	1,629,170
41-45	774,663	1,026,392	921,743	1,179,309	1,323,962	1,310,200	1,540,964
46-50	589,515	754,824	669,413	837,348	851,755	884,538	994,154
51-55	364,714	439,295	382,332	482,197	604,667	604,516	682,297
56-60	201,785	230,611	213,563	274,462	285,002	328,244	379,599
61-65	97,033	108,614	101,130	136,119	139,428	151,450	193,589
66-70	48,744	57,463	53,191	64,663	63,643	64,268	88,853
71-75	21,959	24,674	22,722	29,127	27,380	29,438	44,980
76-80	7,114	6,554	5,534	15,794	9,081	10,581	22,096
81-85	2,830	3,383	1,753	2,955	9,906	10,419	18,121
86 y más	1,472	940	1,112	3,942	1,824	1,472	9,566
	5,899,556	6,671,358	7,114,824	8,927,754	9,134,383	9,409,760	10,238,082

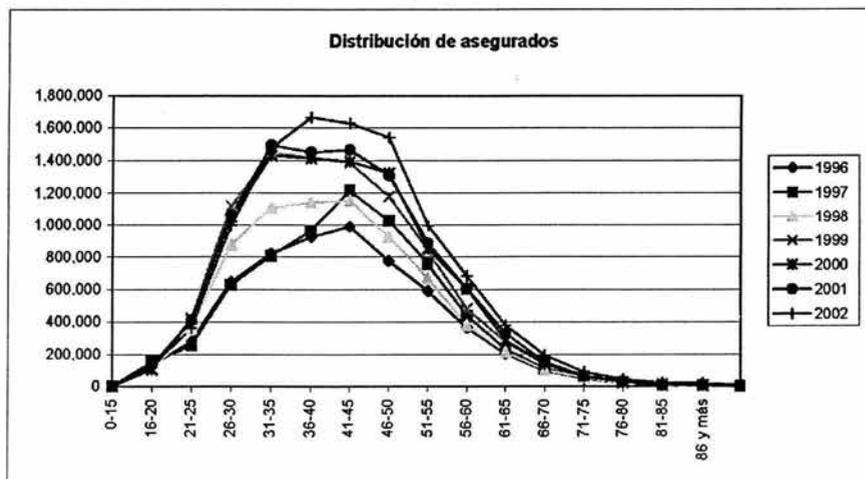


FIGURA 2.24



2.3 Análisis de invalidez total y permanente en el sector asegurador mexicano.

Podemos observar que la causa de mayor incidencia de invalidez total y permanente entre los años de 1996 y 2002 es ocasionada por accidentes y envenenamientos (11%) como se muestra en las figuras 2.25 – 2.31, alternando esta posición podemos observar las enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo como son lupus, lumbalgia y enfermedades degenerativas de la columna (11%), sin embargo, enfermedades como las relacionadas con el sistema nervioso y el aparato circulatorio están muy cerca con un 9% aproximadamente. Los padecimientos como el cáncer o neoplasias o la diabetes, son los de mayor preocupación en el sector asegurador debido a que se han presentado en los últimos dos años con mayor frecuencia: en el caso del cáncer en 1997 se presentaron 81 casos de invalidez y para el año 2002 fueron 154, lo cual representa un incremento del 90% para las enfermedades de las glándulas endocrinas como la diabetes, hipotiroidismo o páncreas, etc. Las cifras son mayores: de 74 casos en 1997 pasaron a 240 que representa un incremento del 224%.

En la figura 2.32 se muestra el total y en ella podemos observar que estas enfermedades representan el 50% del total de casos procedentes en este periodo, a pesar de que el número de inválidos es apenas el 12% respecto a los casos de muerte, los incrementos en la siniestralidad en los últimos años han encendido la alarma entre el sector.

AÑO 1996
INVALIDOS PROCEDENTES EN LA POBLACIÓN ASEGURADA

CAUSA	INVALIDEZ OCURRIDA A EDAD ALCANZADA											TOTAL	%
	Hasta 18 años	De 18 a 20	De 21 a 25	De 25 a 30	De 31 a 35	De 35 a 40	De 41 a 45	De 45 a 50	De 51 a 55	De 55 a 60	De 61 a 65		
ACCIDENTES, ENVENENAMIENTOS Y VIOLENTAS	0	2	16	22	25	21	39	32	19	19	14	209	12%
ENFERMEDADES DEL SISTEMA NERVIOSO Y ORGANOS	0	1	8	17	32	19	16	25	39	27	16	200	12%
ENFERMEDADES DEL SISTEMA OSTEOMUSCULAR Y DEL TEJIDO CONJUNTIVO: LUPUS, LUMBALGIA, ENFERMEDADES DEGENERATIVAS DE LA COLUMNA	0	0	5	14	12	26	24	36	40	19	18	194	12%
ENFERMEDADES DEL APARATO CIRCULATORIO	0	0	0	5	8	12	23	30	21	35	16	150	9%
TUMORES (NEOPLASIAS)	0	0	0	6	10	9	9	11	16	12	8	81	5%
ENFERMEDADES DE LAS GLANDULAS ENDOCRINAS COMO: DIABETES, HIPOTIROIDISMO, PANDREAS, ETC.	0	0	2	0	3	4	10	10	28	13	4	74	4%
ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS	1	0	0	8	22	7	6	4	6	1	2	57	3%
SINTOMAS Y ESTADOS MORBOSOS MAL DEFINIDOS	0	0	1	0	4	2	4	4	8	8	2	33	2%
ENFERMEDADES DEL APARATO DIGESTIVO	0	0	1	0	2	0	7	7	7	5	1	30	2%
ENFERMEDADES DEL APARATO GENITO-URINARIO	0	0	4	3	4	1	7	4	4	1	0	28	2%
TRASTORNOS MENTALES	0	0	0	0	6	8	3	7	1	2	0	27	2%
ENFERMEDADES DEL APARATO RESPIRATORIO	0	0	0	0	2	2	4	3	3	9	3	26	2%
ANOMALIAS CONGENITAS	0	0	0	3	3	2	4	2	0	1	0	15	1%
ENFERMEDADES DE LA SANGRE Y DE LOS ORGANOS	0	0	0	0	0	4	1	4	0	0	3	12	1%
CAUSAS INDETERMINADAS DE INVALIDEZ	0	2	3	20	49	73	121	125	80	66	11	550	33%
TOTAL DE SINIESTROS	1	3	37	78	133	117	157	179	192	152	87	1,686	67%

FIGURA 2.25



AÑO 1997
INVALIDOS PROCEDENTES EN LA POBLACIÓN ASEGURADA

CAUSA	INVALIDEZ OCURRIDA A EDAD ALCANZADA											TOTAL	%
	Hasta 15 años	De 16 a 20	De 21 a 25	De 26 a 30	De 31 a 35	De 36 a 40	De 41 a 45	De 46 a 50	De 51 a 55	De 56 a 60	De 61 a 65 más		
ENFERMEDADES DEL SISTEMA OSTEOMUSCULAR Y DEL TEJIDO CONJUNTIVO: LUPUS, LUMBALGIA, ENFERMEDADES DEGENERATIVAS DE LA COLUMNA	0	4	6	19	41	58	70	43	47	36	26	350	18%
ENFERMEDADES DEL SISTEMA NERVIOSO Y ORGANOS DE LOS SENTIDOS	0	0	6	22	26	40	37	45	38	19	12	245	12%
ENFERMEDADES DEL APARATO CIRCULATORIO	3	0	0	9	8	15	44	40	35	44	35	233	12%
ACCIDENTES, ENVENENAMIENTOS Y VIOLENTAS	0	1	21	27	36	24	35	21	13	19	5	202	10%
ENFERMEDADES DE LAS GLANDULAS ENDOCRINAS COMO: DIABETES, HIPOTIROIDISMO, PANDREAS, ETC.	0	0	1	0	4	12	15	18	27	13	12	102	5%
ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS	2	0	2	8	24	11	9	8	9	5	4	82	4%
TUMORES (NEOPLASIAS)	0	0	0	5	7	14	22	10	8	7	8	81	4%
TRASTORNOS MENTALES	0	3	2	5	12	9	6	2	4	0	2	45	2%
ENFERMEDADES DEL APARATO GENITO-URINARIO	0	0	1	6	5	3	3	10	11	2	2	43	2%
ENFERMEDADES DEL APARATO RESPIRATORIO	0	0	0	2	4	2	9	3	5	6	8	39	2%
ENFERMEDADES DEL APARATO DIGESTIVO	0	0	0	1	3	2	14	6	4	1	2	33	2%
SINTOMAS Y ESTADOS MORBOSOS MALDEFINIDOS DE LA SANGRE Y DE LOS ORGANOS	0	1	0	0	1	2	6	2	1	1	2	16	1%
ANOMALIAS CONGENITAS	0	0	0	0	1	0	5	0	4	0	0	10	1%
CAUSAS INDETERMINADAS DE INVALIDEZ	0	0	3	1	1	0	1	1	1	1	0	9	0%
TOTAL DE SINIESTROS	5	9	42	105	173	192	276	209	207	154	118	1,977	75%

FIGURA 2.26



AÑO 1998
INVALIDOS PROCEDENTES EN LA POBLACIÓN ASEGURADA

CAUSA	INVALIDEZ OCURRIDA A EDAD ALCANZADA											TOTAL	%
	Hasta 14 años	De 14 a 20	De 21 a 25	De 26 a 30	De 31 a 35	De 36 a 40	De 41 a 45	De 46 a 50	De 51 a 55	De 56 a 60	De 61 a 65 más		
ACCIDENTES, ENVENENAMIENTOS Y VIOLENTAS	0	0	13	29	37	29	42	33	21	13	15	232	11%
ENFERMEDADES DEL SISTEMA OSTEOMUSCULAR Y DEL TEJIDO CONJUNTIVO: LUPUS, LUMBALGIA, ENFERMEDADES DEGENERATIVAS DE LA COLUMNA	2	0	4	3	19	30	34	43	48	31	15	229	11%
ENFERMEDADES DEL SISTEMA NERVIOSO Y ORGANOS DE LOS SENTIDOS	0	3	3	10	15	28	28	38	37	29	27	218	11%
ENFERMEDADES DEL APARATO CIRCULATORIO	0	0	8	5	13	12	25	39	41	42	26	211	10%
ENFERMEDADES DE LAS GLANDULAS ENDOCRINAS COMO: DIABETES, HIPOTIROIDISMO, PANDREAS, ETC.	0	0	0	0	8	5	5	18	20	22	23	101	5%
TUMORES (NEOPLASIAS)	0	1	4	6	7	13	13	13	8	15	15	95	5%
ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS	0	1	0	8	23	8	9	8	7	10	3	77	4%
ENFERMEDADES DEL APARATO GENITO-URINARIO	0	0	7	4	6	3	4	11	11	7	1	54	3%
TRASTORNOS MENTALES	0	0	3	1	7	11	4	1	7	4	5	43	2%
ENFERMEDADES DEL APARATO DIGESTIVO	0	0	0	0	7	2	9	7	5	5	5	40	2%
ENFERMEDADES DEL APARATO RESPIRATORIO	0	0	0	3	3	1	6	12	4	9	1	39	2%
SINTOMAS Y ESTADOS MORBOSOS MALDEFINIDOS DE LA SANGRE Y DE LOS ORGANOS	0	0	0	0	1	2	3	6	7	0	1	20	1%
ANOMALIAS CONGENITAS	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	5	0%
CAUSAS INDETERMINADAS DE INVALIDEZ	0	1	2	15	26	81	132	164	171	84	13	689	34%
TOTAL DE SINIESTROS	2	5	42	70	148	146	183	230	216	188	137	2,056	66%

FIGURA 2.27



AÑO 1999
INVALIDOS PROCEDENTES EN LA POBLACIÓN ASEGURADA

CAUSA	INVALIDEZ OCURRIDA A EDAD ALCANZADA											TOTAL	%
	Hasta 16 años	De 16 a 20	De 21 a 25	De 26 a 30	De 31 a 35	De 36 a 40	De 41 a 45	De 46 a 50	De 51 a 55	De 56 a 60	De 61 a 65 más		
ACCIDENTES, ENVENENAMIENTOS Y VIOLENTAS	1	2	18	20	35	31	27	25	30	7	11	207	11%
ENFERMEDADES DEL APARATO CIRCULATORIO	2	0	2	8	16	11	27	15	44	34	22	179	10%
ENFERMEDADES DEL SISTEMA NERVIOSO Y ORGANOS DE LOS SENTIDOS	0	1	6	6	22	18	26	26	27	20	9	161	9%
ENFERMEDADES DEL SISTEMA OSTEOMUSCULAR Y DEL TEJIDO CONJUNTIVO: LUPUS, LUMBALGIA, ENFERMEDADES DEGENERATIVAS DE LA COLUMNA	0	1	2	5	14	20	24	24	36	14	15	155	9%
ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS	0	1	8	8	12	16	12	12	26	7	5	107	6%
TUMORES (NEOPLASIAS)	0	0	3	4	10	8	17	12	17	13	9	93	5%
ENFERMEDADES DE LAS GLANDULAS ENDOCRINAS COMO: DIABETES, HIPOTIROIDISMO, PANDREAS, ETC.	0	0	0	3	1	2	6	10	24	7	7	60	3%
ENFERMEDADES DEL APARATO GENITO-URINARIO	0	0	1	2	15	5	6	8	7	0	0	44	2%
TRASTORNOS MENTALES	0	3	2	1	7	3	1	3	10	4	0	34	2%
ENFERMEDADES DEL APARATO RESPIRATORIO	0	0	0	0	0	3	2	7	11	6	2	31	2%
ENFERMEDADES DEL APARATO DIGESTIVO	0	0	0	0	2	2	6	1	8	3	5	27	1%
SINTOMAS Y ESTADOS MORBOSOS MALDEFINIDOS	0	0	0	0	1	1	0	5	4	0	0	11	1%
DE LA SANGRE Y DE LOS ORGANOS	0	0	0	0	1	0	-2	2	0	1	0	2	0%
ANOMALIAS CONGENITAS	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0%
CAUSAS INDETERMINADAS DE INVALIDEZ	0	1	1	7	21	71	131	173	202	77	7	691	38%
TOTAL DE SINIESTROS	3	8	42	55	138	120	153	151	244	118	85	1,804	62%

FIGURA 2.28



AÑO 2000
INVALIDOS PROCEDENTES EN LA POBLACIÓN ASEGURADA

CAUSA	INVALIDEZ OCURRIDA A EDAD ALCANZADA											TOTAL	%
	Hasta 15 años	De 16 a 20	De 21 a 25	De 26 a 30	De 31 a 35	De 36 a 40	De 41 a 45	De 46 a 50	De 51 a 55	De 56 a 60	De 61 a 65 más		
ENFERMEDADES DEL SISTEMA OSTEOMUSCULAR Y DEL TEJIDO CONJUNTIVO: LUPUS, LUMBALGIA, ENFERMEDADES DEGENERATIVAS DE LA COLUMNA	0	1	8	15	20	65	34	81	81	31	27	363	15%
ENFERMEDADES DEL SISTEMA NERVIOSO Y ORGANOS DE LOS SENTIDOS	0	3	11	30	34	27	38	27	44	19	16	249	11%
ACCIDENTES, ENVENENAMIENTOS Y VIOLENTAS	0	5	8	40	21	17	61	30	11	12	2	227	10%
ENFERMEDADES DEL APARATO CIRCULATORIO	0	1	0	1	17	17	17	24	55	38	24	194	8%
TUMORES (NEOPLASIAS)	0	3	2	12	17	11	17	37	21	1	2	123	5%
ENFERMEDADES DE LAS GLANDULAS ENDOCRINAS COMO: DIABETES, HIPOTIROIDISMO, PANDREAS, ETC.	0	0	0	1	4	5	13	20	25	29	5	102	4%
ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS	0	0	1	1	17	13	3	5	2	5	1	48	2%
ENFERMEDADES DEL APARATO RESPIRATORIO	0	0	0	0	7	2	6	5	7	5	2	34	1%
ENFERMEDADES DEL APARATO GENITO-URINARIO	0	2	3	8	1	5	3	7	0	4	2	33	1%
ENFERMEDADES DEL APARATO DIGESTIVO	0	0	0	1	2	0	5	9	5	3	1	26	1%
TRASTORNOS MENTALES	0	0	0	0	1	9	1	4	1	2	0	18	1%
SINTOMAS Y ESTADOS MORBOSOS MALDEFINIDOS DE LA SANGRE Y DE LOS ORGANOS	0	0	2	0	0	0	4	4	4	3	1	18	1%
ANOMALIAS CONGENITAS	0	0	0	0	1	1	1	0	2	1	0	6	0%
CAUSAS INDETERMINADAS DE INVALIDEZ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0%
TOTAL DE SINIESTROS	0	3	5	13	34	74	165	264	239	117	2	916	39%
	0	15	35	107	142	172	223	253	259	153	83	2,358	61%

FIGURA 2.29



AÑO 2001
INVALIDOS PROCEDENTES EN LA POBLACIÓN ASEGURADA

CAUSA	INVALIDEZ OCURRIDA A EDAD ALCANZADA											TOTAL	%
	Hasta 15 años	De 16 a 20	De 21 a 25	De 26 a 30	De 31 a 35	De 36 a 40	De 41 a 45	De 46 a 50	De 51 a 55	De 56 a 60	De 61 a 65 más		
ACCIDENTES, ENVENENAMIENTOS Y VIOLENTAS	3	4	15	35	34	46	50	48	46	26	26	333	11%
ENFERMEDADES DEL SISTEMA NERVIOSO Y ORGANOS DE LOS SENTIDOS	0	2	16	20	13	19	50	60	35	26	21	262	8%
ENFERMEDADES DEL SISTEMA OSTEOMUSCULAR Y DEL TEJIDO CONJUNTIVO: LUPUS, LUMBALGIA, ENFERMEDADES DEGENERATIVAS DE LA COLUMNA	0	0	9	12	17	27	33	42	60	32	20	252	8%
ENFERMEDADES DEL APARATO CIRCULATORIO	3	0	0	8	9	11	18	37	58	31	16	191	6%
ENFERMEDADES DE LAS GLANDULAS ENDOCRINAS COMO: DIABETES, HIPOTIROIDISMO, PANDREAS, ETC.	0	1	0	2	3	15	24	24	41	28	11	149	5%
TUMORES (NEOPLASIAS)	1	0	2	0	13	17	26	17	25	15	3	119	4%
ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS	0	0	2	4	10	11	6	12	9	3	7	64	2%
ENFERMEDADES DEL APARATO GENITO-URINARIO	0	0	0	3	7	11	8	9	16	6	2	62	2%
TRASTORNOS MENTALES	0	3	4	2	3	7	8	20	5	3	2	57	2%
SINTOMAS Y ESTADOS MORBOSOS MALDEFINIDOS	0	2	11	5	5	8	6	1	0	0	1	39	1%
ENFERMEDADES DEL APARATO DIGESTIVO	0	0	1	0	6	5	8	4	7	6	0	37	1%
ENFERMEDADES DEL APARATO RESPIRATORIO	0	0	2	0	4	3	2	5	13	3	3	35	1%
DE LA SANGRE Y DE LOS ORGANOS HEMATOPOYETICOS	0	0	0	1	4	5	5	4	5	7	1	32	1%
ANOMALIAS CONGENITAS	0	0	2	2	2	5	3	5	2	2	1	24	1%
CAUSAS INDETERMINADAS DE INVALIDEZ	0	1	2	9	53	144	274	385	377	175	1	1,421	46%
TOTAL DE SINIESTROS	7	13	66	103	183	334	521	673	699	383	115	3,077	100%

FIGURA 2.30



AÑO 2002
INVALIDOS PROCEDENTES EN LA POBLACIÓN ASEGURADA

CAUSA	INVALIDEZ OCURRIDA A EDAD ALCANZADA											TOTAL	%
	Hasta 15 años	De 16 a 20	De 21 a 25	De 26 a 30	De 31 a 35	De 36 a 40	De 41 a 45	De 46 a 50	De 51 a 55	De 56 a 60	De 61 a 65 más		
ACCIDENTES, ENVENENAMIENTOS Y VIOLENTAS	1	7	13	44	39	55	58	56	48	42	20	383	11%
ENFERMEDADES DEL SISTEMA OSTEOMUSCULAR Y DEL TEJIDO CONJUNTIVO: LUPUS, LUMBALGIA,	1	1	5	15	29	36	37	53	40	38	19	274	8%
ENFERMEDADES DEGENERATIVAS DE LA COLUMNA													
ENFERMEDADES DEL SISTEMA NERVIOSO Y ORGANOS DE LOS SENTIDOS	1	2	3	7	34	38	37	45	48	29	27	271	8%
ENFERMEDADES DEL APARATO CIRCULATORIO	0	0	0	3	9	31	44	36	41	53	42	259	7%
ENFERMEDADES DE LAS GLANDULAS ENDOCRINAS COMO: DIABETES, HIPOTIROIDISMO, PANDREAS, ETC.	0	0	0	3	6	9	24	39	66	44	49	240	7%
TUMORES (NEOPLASIAS)	0	0	0	6	19	13	32	32	29	9	14	154	4%
ENFERMEDADES DEL APARATO GENITO-URINARIO	0	0	1	2	8	6	8	22	18	12	7	84	2%
TRASTORNOS MENTALES	0	0	1	7	5	13	15	13	3	7	3	67	2%
ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS	0	0	0	7	8	7	12	6	4	5	2	51	1%
ENFERMEDADES DEL APARATO DIGESTIVO	0	0	2	0	2	5	5	9	11	5	4	43	1%
ENFERMEDADES DEL APARATO RESPIRATORIO	0	0	0	0	5	2	6	9	4	9	7	42	1%
DE LA SANGRE Y DE LOS ORGANOS													
HEMATOPOYETICOS	0	0	1	2	1	4	3	1	1	5	1	19	1%
ANOMALIAS CONGENITAS	0	0	0	2	0	3	1	3	3	2	1	15	0%
SINTOMAS Y ESTADOS MORBOSOS MALDEFINIDOS	0	0	1	1	2	0	1	2	1	0	1	9	0%
CAUSAS INDETERMINADAS DE INVALIDEZ	0	0	2	12	46	156	256	445	414	203	11	1,547	45%
TOTAL DE SINIESTROS	3	10	29	111	213	378	541	771	731	463	208	3,458	100%

FIGURA 2.31



Total
INVALIDOS PROCEDENTES EN LA POBLACIÓN ASEGURADA

CAUSA	INVALIDEZ OCURRIDA A EDAD ALCANZADA												TOTAL	%
	Hasta 15 AÑOS	De 16 a 20	De 21 a 25	De 26 a 30	De 31 a 35	De 36 a 40	De 41 a 45	De 46 a 50	De 51 a 55	De 56 a 60	De 61 a 65 más			
ACCIDENTES, ENVENENAMIENTOS Y VIOLENTAS	5	21	104	217	227	223	332	245	188	138	93	1,793	11%	
ENFERMEDADES DEL SISTEMA OSTEOMUSCULAR Y DEL TEJIDO CONJUNTIVO: LUPUS, LUMBALGIA, ENFERMEDADES DEGENERATIVAS DE LA COLUMNA	3	7	39	83	152	262	256	322	352	201	140	1,817	11%	
ENFERMEDADES DEL SISTEMA NERVIOSO Y ORGANOS	1	12	53	112	176	189	232	266	268	169	128	1,606	10%	
ENFERMEDADES DEL APARATO CIRCULATORIO	8	1	10	37	80	109	198	221	295	277	181	1,417	9%	
TUMORES (NEOPLASIAS)	1	4	11	39	83	85	136	132	124	72	59	746	5%	
ENFERMEDADES DE LAS GLANDULAS ENDOCRINAS COMO: DIABETES, HIPOTIROIDISMO, PANDREAS, ETC.	0	1	3	9	29	52	97	139	231	156	111	828	5%	
ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS	3	2	13	44	116	73	57	55	63	36	24	486	3%	
SINTOMAS Y ESTADOS MORBOSOS MAL DEFINIDOS	0	3	15	6	14	15	24	24	25	12	8	146	1%	
ENFERMEDADES DEL APARATO DIGESTIVO	0	0	4	2	24	16	54	43	47	28	18	236	1%	
ENFERMEDADES DEL APARATO GENITO-URINARIO	0	2	17	26	46	34	39	71	67	32	14	348	2%	
TRASTORNOS MENTALES	0	9	12	16	41	60	38	50	31	22	12	291	2%	
ENFERMEDADES DEL APARATO RESPIRATORIO	0	0	2	5	25	15	35	44	47	47	26	246	1%	
ANOMALIAS CONGENITAS	0	0	5	9	6	11	11	12	7	5	2	89	0%	
ENFERMEDADES DE LA SANGRE Y DE LOS ORGANOS	0	0	1	3	10	15	13	12	12	15	5	86	1%	
CAUSAS INDETERMINADAS DE INVALIDEZ	0	8	18	81	245	647	1,178	1,886	1,604	790	46	6,301	38%	
TOTAL DE SINIESTROS	21	70	307	689	1,274	1,806	2,698	3,322	3,361	2,001	867	16,416	100%	
	0.13%	0.43%	1.87%	4.20%	7.76%	11.00%	16.44%	20.24%	20.47%	12.14%	5.28%	100.00%		

FIGURA 2.32





Capítulo III

Métodos existentes para la evaluación del Riesgo médico

En este capítulo mostramos los métodos existentes para la elaboración del informe médico, el cual nos sirve para hacer la valoración del riesgo en un seguro de personas como lo vimos en el punto 1.4. El examen médico.

En primer lugar encontramos la exploración médica, que tiene como ventaja un menor costo debido a que está basado en la observación y auscultación, y proporciona elementos que pueden servir como base para la elaboración de pruebas médicas de laboratorio o de gabinete.

3. La exploración física

Nos permite determinar cualquier anomalía en el estado anatómico de los ojos, la visión de cada ojo, la audición de cada oído, el cuello (ganglios, tiroides, yugular, arterias), el abdomen (inspección, palpación, dolor, viscermegalias, asitis), las extremidades (varices, úlceras, edemas, articulaciones, arterias, reflejo patelar), el tórax y columna vertebral (deformidades, dolor, limitación funcional), existen datos en todo el cuerpo, en el aliento, dientes o dedos del solicitante que señalen que fuma, que tiene alguna deformidad, la falta de un miembro o parte de él, si hay parálisis o paresias, si hay movimientos anormales o se aprecia algún trastorno psíquico, son algunos de los riesgos que podemos identificar.

3.1 Las pruebas de laboratorio

En segundo lugar encontramos las pruebas de laboratorio que nos permiten tener un punto de vista científico con respeto a la evaluación del riesgo, entre las cuales encontramos las siguientes:



3.1.1. Prueba de laboratorio en gota seca de sangre:

- ▶ Glucosa
- ▶ Fructuosa
- ▶ Colesterol
- ▶ VIH

3.1.2. Prueba de laboratorio en saliva

- ▶ VIH
- ▶ Cotinina
- ▶ Cocaína
- ▶ Hepatitis B y C

3.1.3. Examen de orina

- ▶ Examen químico.- proteínas, glucosa, acetona, hemoglobina, bilirrubina, drogas.
- ▶ Examen microscópico del sedimento.- leucocitos, bacterias, eritrocitos, cilindros, pirocitos, células epiteliales, cristales.
- ▶ Brinda información muy valiosa sobre:
 - Patología urinaria
 - Enfermedades metabólicas (diabetes)
 - Tabaquismo
 - Drogas de abuso

3.1.4. Biometría hemática.-consiste en el análisis químico y microscópico de los elementos que conforman la sangre:

- ▶ Glóbulos rojos (eritrocitos, hematíes)
 - Anemia
 - Policitemia
 - Cambios en su forma y / o tamaño



- ▶ Glóbulos blancos (leucocitos)
- ▶ Cuenta diferencial: linocitos, monocitos, eosinófilos, basófilos, neutrófilos: segmentados y no segmentados.
 - Plaquetas
 - Hematocrito
 - Hemoglobina

3.1.5. Química sanguínea.- Consiste en la medición de la cantidad existente de sangre o en el suero sanguíneo de un sinnúmero de sustancias químicas que, cuando están presentes o se encuentran en cantidades anormales, revelan la presencia de enfermedades específicas como:

- ▶ Diabetes
- ▶ Padecimiento renal
- ▶ Padecimiento hepático
- ▶ Padecimiento biliar
- ▶ Hiperlipidemia

3.1.6. Pruebas inmunológicas

- ▶ Anticuerpos para el VIH (SIDA)
- ▶ Anticuerpos para V. Hepatitis
- ▶ Antígeno prostático
- ▶ Antígeno carcinoembrionario
- ▶ Alfa fetoproteína

3.1.7. Examen de gabinete

- ▶ Electrocardiograma en reposo
- ▶ Prueba de esfuerzo
- ▶ Prueba de master
- ▶ En banda sin fin
- ▶ Bicicleta ergométrica



3.1.8. Radiografía de tórax.- la prueba de tórax detecta padecimientos:

- ▶ Pulmonares.- cáncer del pulmón, enfisema pulmonar, bronquitis crónica, tuberculosis.
- ▶ Cardiovasculares: cardiomegalia, aneurisma aórtico.

3.2. Padecimientos de mayor frecuencia y que representan una preocupación en las instituciones de seguros mexicanas

A continuación analizaremos los sistemas mencionados en el capítulo anterior que afectan los padecimientos de mayor frecuencia y que representan una preocupación en las instituciones de seguros. También estableceremos una relación entre los padecimientos y los factores de herencia que pueden afectar la salud del asegurado. Para comprender mejor cada uno de estos factores de herencia empezaremos por definir cada uno de los siguientes factores de riesgo:

1. Cardiopatía isquémica (accidentes vasculares cerebrales, aterosclerosis, cardiovascular y enfermedad coronaria)
2. Hipertensión arterial
3. Insuficiencia coronaria
4. Infarto del miocardio
5. Sistema endocrino y diabetes mellitus
6. Aparato urinario
7. Aparato respiratorio
8. Cáncer: tumores

3.2.1. Cardiopatía isquémica.- llamada también, insuficiencia coronaria, o cardiopatía aterosclerosa, es la incapacidad del árbol circulatorio coronario para suplir las demandas metabólicas del músculo cardíaco (miocardio) principalmente el aporte de oxígeno a las células miocárdicas.



La aterosclerosis es un proceso patológico especial de engrosamiento con esclerosis de las arterias de mediano y grueso calibre y es el responsable de la producción de la gran mayoría de los infartos del miocardio, la angina de pecho (85-90%) y los accidentes vasculares cerebrales, es decir el desarrollo de la aterosclerosis obstruye las arterias ocasionando una disminución del flujo sanguíneo y por consiguiente un aporte inadecuado de sangre a los tejidos (isquemia).

3.2.1.1. Factores de riesgo cardiovascular:

No modificables

- o Herencia
- o Cuando existen más familiares afectados
- o El familiar afectado es una mujer (el sexo que se afecta con menor frecuencia) y no un hombre.
- o La edad de afectación del familiar es temprana (antes de los 55 años), por ejemplo se demostró que los hombres con edades 20 a 39 años tienen un riesgo de cardiopatía coronaria triple si hay un familiar en primer grado afectado. El riesgo aumenta a trece veces si había dos familiares en primer grado afectados antes de los 55 años.
- o Edad
- o Género

Modificables

- o Hipercolesterolemia
- o Tabaquismo
- o Hipertensión arterial
- o Diabetes mellitus
- o Hiperuricemia, obesidad, vida sedentaria
- o Tensión nerviosa



Para dar una mejor idea de la importancia de los factores como el colesterol y la presión arterial, a continuación se listan algunos datos estadísticos de morbilidad en relación a dichos factores de riesgo.

3.2.1.2. Factores de riesgo según su constitución física.- Según la Sociedad de Actuarios de 4 000 000 de asegurados, seguidos por 7.8 años en promedio, se encontró que la mortalidad debida a enfermedades coronarias en los obesos es 40% mayor a la de la población en general.

3.2.1.3. Factor de riesgo por Genero.- La cardiopatía isquémica es 13 veces más frecuente en los hombres que en las mujeres entre los 30 y 44 años de edad, entre los 45 y 62 años la relación se reduce de 2 a 1, y en las personas mayores de 62 años la relación se invierte, predominando la mujer.

3.2.1.4. Factores de riesgo Hiperuricemia.- Los pacientes con enfermedad coronaria tienen niveles de ácido úrico mayores que los correspondientes a otros grupos, según el estudio Framingham el paciente gotoso tiene doble de probabilidad de desarrollar enfermedades coronarias.

3.2.1.5. Factor de riesgo cardiopatía isquémica, isquemia, infarto silencioso.- Es una forma de cardiopatía isquémica caracterizada por la ausencia de síntomas, o estos son muy leves y pasajeros y se confunden con otras patologías generalmente digestivas. Se diagnostica casualmente al practicar un electrocardiograma de rutina por ejemplo en el examen médico del seguro, se presenta con mayor frecuencia en los diabéticos.

El 40% de las personas que sufren un infarto muere súbitamente, del 60% restante y del 15 - 20% mueren en los primeros días en las unidades de control y cuidado intensivo, los que sobreviven el episodio agudo, tienen un 10% de mortalidad en el primer año. La mortalidad subsecuente es de 5 - 10% anual.



Debido a la función que tienen los lípidos en la aterosclerosis, muchos estudios se concentran en la determinación genética de diversas lipoproteínas. Un avance importante en este sentido ha sido el aislamiento y la clonación del gen para los defectos del receptor de la LDL (lipoproteína de baja densidad) que causa la hipercolesterolemia familiar. Se han identificado más de una docena de otros genes implicados en el metabolismo y en el transporte de los lípidos (figura 3.33). El análisis funcional de estos genes proporciona cada vez mayor conocimiento de la cardiopatía coronaria y con el tiempo permitirá un tratamiento más eficaz de la enfermedad.


Genes de lipoproteínas con contribución conocida al riesgo de Cardiopatía Coronaria

Gen	Función del producto proteico
Apotipoproteína A-I	Componente de HDL; cofactor de LCAT
Apotipoproteína A-IV	Componente de quilomicrones y HDL; puede influir en el metabolismo de las HDL
Apotipoproteína C-III	Variación alélica asociada con hipertrigliceridemis
Apotipoproteína B	Ligado para el receptor LDL; implicada en la formación de VLD, LDL, IDL y quilomicrones
Apotipoproteína D	Componente de HDL
Apotipoproteína C-I	Activación del CAT
Apotipoproteína C-II	Activación de proteinlipasa
Apotipoproteína E	Ligado para receptor LDL
Apotipoproteína A-II	Componente de HDL
Receptor de LDL	Captación de partículas LDL circulares
Tipoproteína (a)	Trasporte de colesterol
Tipoproteinlipasa	Hidrólisis de lípidos de las tipoproteínas
Triglicérido lipasa hepática	Hidrólisis de lípidos de las tipoproteínas
LCAT	Esterificación de colesterol
Poteína de transferencia de ésteres de colesterol	Facilita la transferencia de ésteres de colesterol y fosfolípidos de las tipoproteínas.

Modificado de King RA, Rotter JL, Motulsky AG (eds) (1992) The Genetic Basis of Common Diseases. Oxford university Press, Nueva York.

Figura 3.33

3.2.2. Hipertensión arterial* .- La hipertensión arterial es la elevación de la presión arterial por arriba de 150 mm.Hg para la presión sistólica, y por arriba de 90 mm.Hg para la presión diastólica, es decir, es la presión ejercida por el volumen de sangre sobre las paredes de las arterias (presión arterial), paredes de las venas (presión venosa) o cámaras cardiacas. Es la enfermedad más común de la humanidad, afecta al 15 – 20% de todos los adultos de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS).

* Genética Médica, segunda edición, Jorde, Carey, Bamshad, White Editorial Harcourt



Figura 3.34

Hipertensión arterial reducción en la esperanza de vida

Edad	Presión arterial	Reducción
35 años	150 / 100	- 16.5 años
45 años	150 / 100	- 11.5 años
55 años	150 / 100	- 6.0 años

Fuente Swiss Reinsurance Company

Factores de predisponentes:

- ▶ No modificables
 - ▶ Herencia
- ▶ Modificables
 - ▶ Ingesta de sal
 - ▶ Tabaquismo
 - ▶ Alcohol
 - ▶ Stress psicológico

La hipertensión sistémica que se observa al menos en el 15% de los habitantes de casi todos los países desarrollados es un factor de riesgo clave para las cardiopatías, los ictus y las nefropatías. Los estudios sobre las correlaciones de la presión arterial en las familias indican que la herencia de las presiones arteriales sistólicas y diastólicas es del 20–40%. Las estimaciones sobre la herencia con base en estudios de gemelos suelen dar cifras superiores (alrededor del 60%), pero pueden estar exageradas por las mayores analogías en los ambientes de los gemelos MZ y DZ. El hecho de que las estimaciones de la herencia sean considerablemente inferiores al 100% indica que los factores ambientales también deben ser importantes causas de variación de la presión arterial. Los factores de riesgo ambientales más importantes en la



hipertensión son el aumento de la ingesta de sodio, la disminución de la actividad física, el estrés psicosocial y la obesidad.

La regulación de la presión arterial es un proceso muy complejo que está influido por muchos sistemas fisiológicos. Entre ellos se incluyen diversos aspectos de la función renal, el transporte iónico celular y la función cardíaca. Debido a esta complejidad, es improbable que los estudios familiares de sólo la presión arterial lleguen a revelar mucho de los genes responsables de la hipertensión, de ahí que casi toda la investigación actual se centre en los componentes específicos que pueden influir en la variación de la presión arterial como la angiotensina, el angiotensinógeno, la kalicreína urinaria y el contra-transporte sodio-litio; lo más probable es que estos factores estén bajo el control de un pequeño número de genes. Por ejemplo, los estudios de ligamiento y asociación han implicado al gen que codifica el angiotensinógeno en la etiología de la hipertensión y de la preeclampsia (una forma de hipertensión inducida por el embarazo).

Una pequeña proporción de los casos de hipertensión se deben a trastornos monogénicos raros, como el síndrome de Cushing y el síndrome de Liddle. Se han identificado al menos 10 genes que pueden dar lugar a formas de hipertensión raras, y todas afectan a la reabsorción de agua y sales por el riñón. Se espera que el aislamiento y el estudio de estos genes permitan identificar a los factores genéticos subyacentes en la hipertensión común.

Las estimaciones sobre la herencia de la presión arterial sistólica y diastólica son del 20–40%. Se han delimitado con precisión en seres humanos, varios genes que influyen en la variación de la presión arterial. Otros factores de riesgo de hipertensión son la ingesta de sodio, la falta de ejercicio, el estrés psicosocial y la obesidad.



3.2.3. Hipercolesterolemia familiar*.- La hipercolesterolemia familiar (HF) autosómica dominante es una importante causa de cardiopatía que engloba alrededor del 5% de los infartos de miocardio en menores de 60 años. La HF es uno de los trastornos autosómicos dominantes más frecuentes; en la mayoría de las poblaciones revisadas hasta la fecha, alrededor de 1 de cada 500 personas es heterocigótica para el rasgo. Los niveles de colesterol plasmático son aproximadamente 2 veces más elevados de lo normal (es decir unos 300-400 mg/dl), lo que resulta en una aterosclerosis considerablemente acelerada y la presentación de depósitos de colesterol característicos en la piel y en los tendones, denominados xantomas. Los datos recopilados a partir de cinco estudios mostraron que alrededor del 75% de los varones con HF desarrollaron una enfermedad coronaria, y el 50% tuvieron un infarto de miocardio mortal hacia la edad de 60 años. Los porcentajes correspondientes en las mujeres fueron menores (45 y 15%, respectivamente), dado que ellas suelen desarrollar la cardiopatía a una edad más tardía que los hombres.

En concordancia con las predicciones de Hardy-Weinber, aproximadamente 1/1.000.000 de nacimientos son homocigóticos para el gen de la HF. Los homocigotos se afectan con una gravedad muy superior, con niveles de colesterol de 600-1,200 mg/dl. La mayoría experimenta infartos de miocardio antes de los 20 años, pero también se ha presentado un infarto de miocardio a una edad de sólo 18 meses. Si no son tratados, la mayor parte de los pacientes homocigóticos con HF morirán antes de los 30 años.

La comprensión de los defectos que conducen a HF ha llevado a desarrollar tratamientos eficaces para el trastorno. La reducción dietética del colesterol (sobre todo mediante la reducción de la ingesta de grasas saturadas) sólo ejerce efectos moderados sobre los niveles de colesterol.

* Genética Médica, segunda edición, Jorde, Carey, Bamshad, White Editorial Harcourt



Estudios familiares sobre formas raras de cardiopatías también están proporcionando información importante acerca de la genética de estos trastornos. Por ejemplo, diversos genes que causan cardiomiopatía hereditaria se han mapeado en el cromosoma X, en el genoma mitocondrial y en varios autosomas. Una forma de cardiomiopatía hipertrófica familiar (CHF) es causada por mutaciones en el gen de la cadena pesada de la miosina en el cromosoma 14. Estas mutaciones pueden dar lugar a una función contráctil anómala. Otras mutaciones responsables de CHF se han encontrado en los genes que codifican la proteína C fijadora de miosina, la atropomiosina, y en la troponina T cardíaca.

Además, se han identificado mutaciones en varios genes que causan el síndrome autosómico dominante del trastorno HF prolongado (CHF). Este trastorno predispone a los afectados a una arritmia cardíaca potencialmente mortal. Tres de los genes CHF codifican componentes del canal de potasio, y un cuarto codifica un canal de sodio. Estos cuatro canales iónicos están implicados en la repolarización cardíaca, compatible con el fenotipo de la enfermedad. Dado que el síndrome CHF puede ser difícil de diagnosticar con exactitud, los marcadores ligados y la detección de la mutación permiten un diagnóstico más exacto de los familiares afectados. Además, la identificación actual de los genes que causan la enfermedad y de sus productos proteicos está orientada a desarrollar un tratamiento farmacológico para activar los canales iónicos codificados. Ya que las arritmias cardíacas explican la mayoría de las 250 000 muertes cardíacas súbitas que se producen actualmente en EUA, un mejor conocimiento de los defectos genéticos que subyacen en la arritmia tendría una considerable importancia para la salud pública.

Hay que destacar que los factores ambientales, muchos de ellos fáciles de modificar, también son causa importante de cardiopatía coronaria (CC). Existen abundantes pruebas epidemiológicas en donde se comprueba que el tabaco y la obesidad incrementan el riesgo de cardiopatía coronaria, mientras que el ejercicio y una dieta pobre en grasas saturadas lo reducen. En efecto, el descenso aproximado del 50%



observado en la incidencia de CC en EUA durante los últimos 40 años suele atribuirse a una disminución en el número de adultos fumadores, al descenso del consumo de grasas saturadas y a una mayor insistencia en el ejercicio y en un estilo de vida más saludable.

La CC muestra agrupamiento familiar. Este agrupamiento resulta especialmente intenso si la edad de comienzo es temprana y si existen varios familiares afectados; se han identificado genes específicos para algunos subgrupos de familias con CC, y los cambios en el estilo de vida (ejercicio, dieta, abandono del tabaco) pueden modificar significativamente los riesgos de cardiopatías coronarias.

3.2.4. Insuficiencia coronaria* .- Se define como la incapacidad del árbol arterial coronario para suprimir las demandas metabólicas del músculo cardíaco, esto quiere decir, en pocas palabras, que las arterias coronarias no son capaces de llevar una cantidad suficiente de sangre hasta las células musculares del corazón, a fin de abastecerlas adecuadamente de los nutrientes que requieren, particularmente de O₂ para la supervivencia y su adecuado funcionamiento.

En el 85 – 90% de los casos, la insuficiencia coronaria se debe a la obstrucción de las arterias coronarias por aterosclerosis, por lo tanto, cuando se habla de insuficiencia coronaria se utiliza también el nombre de *cardiopatía aterosclerosa*. Otro nombre también empleado y que para fines prácticos podemos considerar como sinónimo es *cardiopatía isquémica*, ambos son términos genéricos que se refieren a las enfermedades de las arterias coronarias en general, y a su causa frecuente que es la aterosclerosis.

* Genética Médica, segunda edición, Jorde, Carey, Bamshad, White
Editorial Harcourt



Factores de riesgo cardiovascular:

- ▶ No modificables
 - ▶ Herencia
 - ▶ Edad
 - ▶ Género

- ▶ Modificables
 - ▶ Hiperlipidemia (elevación del colesterol y los triglicéridos)
 - ▶ Tabaquismo
 - ▶ Hipertensión arterial
 - ▶ Diabetes mellitus
 - ▶ Hiperuricemia, obesidad, vida sedentaria
 - ▶ Tensión nerviosa

3.2.5. Infarto del miocardio.– Se define como la necrosis isquémica del músculo cardíaco. Esto quiere decir que las células miocárdicas se destruyen, fundamentalmente por la falta de circulación sanguínea. Sin duda, la manifestación más importantes de las enfermedad coronarias, es el Infarto del miocardio. Esta es una condición grave, cuya mortalidad inicial se estima en un 40% de todos los casos (muerte súbita) y es debida principalmente a la aparición de arritmias cardíacas graves como la fibrilación ventricular que equivale al paro cardíaco-circulatorio sobre la función ventricular izquierda.

Factores de riesgo Infarto del miocardio:

- ▶ No modificables
 - ▶ Herencia



- ▶ Modificables
 - ▶ Hipercolesterolemia
 - ▶ Cociente colesterol total / colesterol HDL > 5.4
 - ▶ Hipertensión arterial
 - ▶ Diabetes mellitus
 - ▶ Obesidad
 - ▶ Tabaquismo

3.2.6. Sistema endocrino y diabetes mellitus.— O diabetes sacarina, se define como el trastorno en el metabolismo de los hidratos de carbono (azúcares, glucosa) debido a una deficiencia absoluta o relativa del páncreas para secretar insulina. Para propósitos de selección de riesgos la diabetes es una enfermedad frecuente y muy importante, ya que a través de sus complicaciones reduce sustancialmente la esperanza de vida de las personas que la padecen y es capaz también de invalidarlas total y permanentemente de forma prematura.

Como en otros trastornos comentados en este capítulo, la etiología de la *diabetes mellitas* es compleja y no del todo conocida. A pesar de ello, se va progresando en la comprensión de la base genética de esta enfermedad, que en el adulto es la principal causa de ceguera, insuficiencia renal y amputación de los miembros inferiores y una importante causa de cardiopatías y episodios de ictus. Un avance importante ha sido la identificación de que la diabetes es realmente un grupo heterogéneo de trastornos, caracterizados todos ellos por la elevación de la glucemia. Existen dos tipos principales de diabetes, el tipo I (*diabetes mellitas* insulino dependiente o DM1D) y el tipo II (*diabetes mellitas* no insulino dependiente o DMNID).

3.2.6.1. Diabetes tipo I* .- Esta forma de diabetes, que se caracteriza por infiltración pancreática por células T y destrucción de las células productoras de insulina, suele presentarse (aunque no siempre) antes de los 40 años. Los pacientes con



este tipo de diabetes han de recibir insulina exógena para sobrevivir. La patogenia del trastorno, junto con el frecuente hallazgo de anticuerpos contra las células pancreáticas y la fuerte asociación con varios alelos HEA de clase II, indican que la diabetes tipo I es un trastorno autoinmunitario. Los hermanos de los individuos con diabetes tipo I se enfrentan a una considerable elevación del riesgo; aproximadamente el 6%, frente a alrededor del 0.3–0.5% en la población general. El riesgo de presentarse es también elevado cuando hay un progenitor diabético, aunque varía según sea su sexo. El riesgo para la descendencia de madres diabéticas sólo es del 1–3%, mientras que es del 4–6% para los descendientes de padres diabéticos (dado que la diabetes tipo I afecta a varones y mujeres de la población general en proporciones casi iguales, esta diferencia en el riesgo no concuerda con el modelo del umbral específico del sexo para los rasgos multifactoriales). Los estudios en gemelos demuestran que los riesgos empíricos para pacientes gemelos idénticos con diabetes tipo 1 son del 30–50%. El hecho de que la diabetes tipo I no sea concordante al 100% entre gemelos idénticos indica que los factores genéticos no son los únicos responsables del trastorno. Existen sólidas pruebas de que ciertas infecciones víricas contribuyen a la etiología de la diabetes tipo I, al menos en algunos individuos, debido posiblemente a una activación de la respuesta inmunológica.

La asociación de alelos HEA específicos de clase II y diabetes tipo I se ha estudiado ampliamente, y se estima que el sistema HLA explica alrededor del 40% de la acumulación familiar de la diabetes tipo I. Alrededor del 95% de los individuos de raza blanca con diabetes tipo 1 tienen los alelos HLA-DR3 y/o DR4, mientras que sólo aproximadamente el 50% de la población blanca general tiene uno u otro de esos alelos. Si un hombre afectado y un hermano son heterocigóticos para los alelos DR3 y DR4, el riesgo del hermano de padecer diabetes tipo I se aproxima al 20% (es decir, unas 40 veces más en la población general).

* Genética Médica, segunda edición, Jorde, Carey, Bamshad, White
Editorial Harcourt



Esta asociación puede reflejar un desequilibrio de ligamiento entre los alelos del *locus* DR y los del *locus* HLA-DQ, en los que se ha demostrado que la presencia de ácido aspártico en la posición 57 de la cadena DQ se asocia fuertemente con resistencia a la diabetes tipo I. De hecho, los que tienen este aminoácido en la posición 57 son 100 veces menos susceptibles de desarrollar la enfermedad que los homocigotos para otros aminoácidos (alanina, serina o valina). Es probable que este aminoácido esté implicado en el reconocimiento de la célula T y que los que carecen de él padezcan con mayor probabilidad un episodio autoinmunitario.

El gen de la insulina, localizado en el brazo corto del cromosoma 11, es otro candidato lógico para la susceptibilidad a la diabetes tipo I. Se han explorado los polimorfismos dentro y cerca de este gen en busca de una asociación con la diabetes tipo I. Curiosamente, se observa un fuerte riesgo de asociación con la variación alélica en un polimorfismo VNTR localizado precisamente en el extremo 5' del gen de la insulina. Las diferencias en el número de unidades repetitivas VNTR afectan a la transcripción del gen de la insulina (alterando posiblemente la estructura de la cromatina), produciéndose una variación en la susceptibilidad. Se estima que la variación genética heredada en la región de la insulina explica alrededor del 10% de la acumulación familiar en la diabetes tipo 1.

El análisis de parejas de hermanos afectados se ha utilizado ampliamente para mapear otros genes que pueden causar diabetes tipo 1. Además, en un modelo animal, el ratón diabético no obeso (NOD) fue utilizado para identificar genes que podrían tener homólogos en el ser humano. En estos estudios se identificaron al menos 20 regiones candidatas adicionales que pueden contener genes de susceptibilidad a la diabetes tipo I. La identificación exacta de esos genes resulta difícil por la complejidad genética del trastorno (heterogeneidad de locus, antecedentes multifactoriales) y por el hecho de que genes distintos al de la insulina y los HLA sólo explican probablemente una pequeña proporción de la susceptibilidad genética a la diabetes tipo 1.



3.2.6.2. Diabetes tipo II*.- Engloba más del 90% de todos los casos de diabetes. Algunas de sus características la distinguen de la diabetes tipo I pero a diferencia de esta última, las personas con diabetes tipo II muestran casi siempre una cierta producción de insulina endógena, de modo que la enfermedad suele tratarse con éxito al modificar la dieta y/o con fármacos orales. Los pacientes con diabetes tipo II también presentan resistencia a la insulina (es decir, sus organismos tienen dificultad para utilizar la insulina que producen). Esta enfermedad se observa típicamente en mayores de 40 años y, al contrario que la diabetes tipo 1, es más frecuente entre los obesos. En esta forma de diabetes no se observan asociaciones con el HLA ni autoanticuerpos. Las tasas de concordancia en gemelos monocigóticos son considerablemente mayores que en la diabetes tipo I, superando a menudo el 90% (dada la dependencia de la edad, las tasas de concordancia aumentan cuando se estudian sujetos mayores). Las tasas de recurrencia empíricas para familiares en primer grado de pacientes con diabetes tipo II son mayores que las correspondientes al tipo 1, oscilando por lo general entre el 10% y el 15%.

Los estudios de ligamiento (familiares) en los que participan parejas de hermanos afectados sugirieron que puede haber genes de susceptibilidad a la diabetes tipo II en el cromosoma 2q en una población americana-mexicana y en el 12q en una población finlandesa. Sin embargo, estos resultados deben ser confirmados en otras poblaciones, y los genes específicos causantes de la diabetes tipo II aún no han sido clonados. Los dos factores de riesgo más importantes en la diabetes tipo II son la historia familiar positiva y la obesidad, pues esta última incrementa la resistencia a la insulina. La enfermedad tiende a aumentar su presencia cuando las poblaciones adoptan patrones de dieta y ejercicio típicos de los EUA y las poblaciones europeas. Se han observado aumentos, por ejemplo, entre los inmigrantes japoneses en EUA y en algunas poblaciones nativas del Pacífico Sur y Australia. Varios estudios realizados en hombres y mujeres han demostrado que el ejercicio regular puede reducir sustancialmente el

* Genética Médica, segunda edición, Jorde, Carey, Bamshad, White
Editorial Harcourt



riesgo de desarrollar diabetes tipo II, incluso entre individuos con historia familiar de enfermedad, lo cual se debe en parte a que el ejercicio reduce la obesidad. No obstante, aunque no se pierda peso, el ejercicio incrementa la sensibilidad a la insulina y mejora la tolerancia a la glucosa.

Alrededor del 2–5% de los diabéticos tipo II manifiestan la enfermedad en edades tempranas de la vida, típicamente antes de los 25 años. Este subgrupo, denominado “diabetes del adulto de inicio temprano” (*maturity onset diabetes of the young* [MODY]), puede heredar la enfermedad como rasgo autosómico dominante. Los estudios en árboles genealógicos de pacientes con MODY han mostrado que alrededor del 50% de los casos se deben a mutaciones en el gen de la glucocinasa, que es una enzima que limita la velocidad de conversión de glucosa a glucosa-6-fosfato en el páncreas. La MODY también puede deberse a mutaciones en cualquiera de tres genes adicionales, todos los cuales codifican factores de transcripción implicados en el desarrollo pancreático o en la regulación de la insulina. Aunque ninguno de los cuatro genes MODY parece desempeñar un papel importante en la diabetes tipo II de inicio en el adulto, el estudio de estos genes y de sus productos proteicos puede llevar a un mejor conocimiento de la fisiopatología de todas las formas de diabetes.

La diabetes tipo I (dependiente de insulina) y la diabetes tipo II (no dependiente de insulina) se acumulan en familias, observándose una acumulación familiar más intensa en la diabetes tipo II. El tipo I tiene una edad media de aparición más temprana, se asocia con el HLA y es una enfermedad autoinmunitaria. El tipo II no es un trastorno autoinmunitario y es más probable observarlo en individuos obesos. La mayoría de los casos de MODY, un subgrupo de diabetes tipo II, se deben a mutaciones en cualquiera de los cuatro genes específicos.



Comparación de las principales características de las diabetes mellitas tipo I y tipo II		
Características	Diabetes tipo I	Diabetes tipo II
Edad de comienzo	Generalmente <40 años	Generalmente > 40 años
Producción de insulina	Ninguna	Parcial
Resistencia a la insulina	No	Sí
Autoinmunidad	Sí	No
Obesidad	Sí	No
Concordancia en gemelos MZ	0.35% - 0.50%	.90
Riesgo de recurrencia en hermanos	1 – 6%	10 – 15%

Figura 3.35

3.2.7. Aparato Urinario.— La insuficiencia renal, es la incapacidad de los riñones para depurar al organismo de los productos de desecho generados por el metabolismo, concentrando la orina y conservando los electrocitos.

Padecimientos del tracto urinario:

- ▶ Cálculos urinarios
- ▶ Infecciones del tracto urinario: uretritis, cistitis, pielitis
- ▶ Vejiga neurogénica
- ▶ Prostatitis
- ▶ Hipertrofia prostática benigna
- ▶ Cáncer de próstata

3.2.8. Aparato Respiratorio.— El aparato respiratorio es el conjunto de estructuras cuya función es la de abastecer de oxígeno al organismo, principalmente al cerebro, mediante la incorporación de aire rico en oxígeno y la expulsión de aire enrarecido por el anhídrido carbónico.



Patologías mas frecuentes en el seguro de vida.

- ▶ Bronquitis crónica simple u obstructiva: inflamación de las vías aéreas de larga evolución (tabaquismo)
- ▶ Enfisema: destrucción progresiva de las vías aéreas, como consecuencia de la inflamación (tabaquismo)
- ▶ Asma: obstrucción reversible de las vías aéreas de origen alérgico en 90% de los casos
- ▶ EPOC: enfermedad pulmonar obstrucción crónica (tabaquismo)

3.2.9. Cáncer: Tumores .- Se conoce como cáncer a una neoplasia (tumor) caracterizada por el crecimiento incontrolado de células malignas que tienden a invadir el tejido circundante y expandirse en forma incontrolada, con invasión de los tejidos vecinos así como su propagación a órganos o tejidos distantes.

Características y diferencias entre tumores malignos y benignos:

- Tumores benignos
- ▶ Confinados al área que le dio origen.
 - ▶ Limitados por una cápsula que lo rodea.
 - ▶ A pesar de un gran crecimiento no invade el tejido local
 - ▶ No se disemina por vía hemática o linfática.
 - ▶ Producen únicamente trastornos por compresión local o secreción endocrina.

Figura 3.36

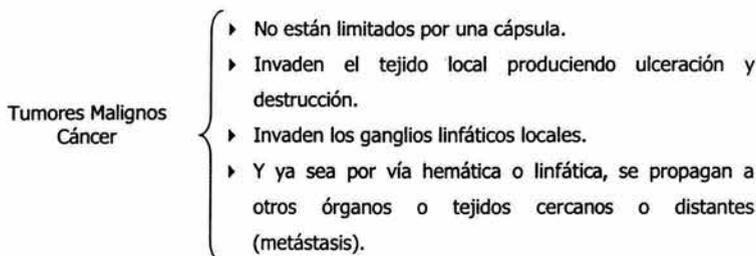


Figura 3.37

Existe un gran grupo de enfermedades neoplásicas cuya característica fundamental es la presencia de células neoplásicas, es decir células de aspecto totalmente diferente al del tejido que les dio origen, por lo tanto existen diferentes tipos o clases de cáncer, dependiendo del tejido del que surgieron, asimismo, es común relacionarlas a causas potenciales como son el tabaquismo, agentes químicos, mediaciones ionizantes, rayos ultravioleta, virus, y sobre todo a la susceptibilidad genética.

La importancia de los distintos tipos de cáncer estriba en su diferente evolutividad y por lo tanto tienen un pronóstico distinto. Por otro lado, si las células que lo componen guardan semejanza con las del tejido que les dio origen se les denomina "tumor bien diferenciado" pero si las células que la componen y la forma de colocación son distintas a las del tejido que les dio origen se les denomina "tumor poco diferenciado" o "anaplásico", esto se aplica de la siguiente forma dentro de la selección de riesgos de una institución de seguros: tumores bien diferenciados conllevan una tasa de mortalidad mas baja, por lo tanto pueden ser aceptados con un periodo de espera mas corto y una sobreprima mas baja; mientras que los tumores poco diferenciados conllevan un grado mayor de malignidad y por lo tanto requieren de un periodo de espera mas largo y una tasa de mortalidad más alta.



Los diferentes tipos de cáncer están en relación con el tejido que les dio origen:

- ▶ Epiteios: nombre genérico al Carcinoma
 - ▶ piel, células escamosas
 - ▶ endotelios, células transicionales por ejemplo la vejiga

- ▶ Epitelio glandular, nombre genérico al Adenocarcinoma

- ▶ Tejidos mesenquimatosos (músculo, hueso) nombre genérico al Sarcoma con un prefijo indicativo del tejido.
 - ▶ Osteosarcoma (hueso)
 - ▶ Fibrosarcoma (músculo)

- ▶ Tejido linfático nombre genérico al linfomas

Se piensa que los factores que predisponen al cáncer son entre otros los tumores benignos con potencial para malignizarse, por ejemplo, pólipos de colon, las enfermedades inflamatorias, colitis ulcerosa, esófago de Barret y los factores ambientales como lo son tabaquismo, radiaciones solares o radiaciones ionizantes, pero sin duda el de mayor aceptación es relacionado al hereditario, es decir, a los genes productores de cáncer por predisposición familiar.

El cáncer es la segunda causa de muerte en EUA, aunque se estima que pronto superará a las cardiopatías como principal causa de fallecimiento. Está confirmado que muchos tipos importantes de cáncer (como por ejemplo los de mama, colon, próstata, ovario) se acumulan significativamente en ciertas familias. Ello se debe a los genes compartidos y también a los factores ambientales comunes. Además de estar aislándose numerosos genes del cáncer, los factores ambientales también constituyen una función importante en la etiología del cáncer mediante la inducción de mutaciones somáticas. En particular, se estima que el



consumo de tabaco produce un tercio de todos los casos de cáncer en EUA, lo que lo convierte en la más importante causa conocida de cáncer. La dieta (es decir, las sustancias carcinógenas y la carencia de componentes "anticáncer", como fibra, frutas y verduras) es otra importante causa.

3.2.9.1. El cáncer de mama*.- Es el más frecuente entre las mujeres, afectando aproximadamente al 12% de las norteamericanas que viven hasta los 85 años o más. En el pasado, era la principal causa de muerte entre las mujeres, pero ha sido sobrepasado recientemente por el cáncer de pulmón. El cáncer de mama también pueden padecerlo los hombres, con una prevalencia temporal unas 100 veces inferior a la de las mujeres. La acumulación familiar del cáncer de mama está identificada desde hace siglos, siendo descrita por los médicos de la antigua Roma. Si una mujer tiene un familiar afectado en primer grado, su riesgo de desarrollar un cáncer de mama se duplica. El riesgo aumenta aún más si hay más familiares afectados, y también se incrementa si éstos desarrollan cáncer a una edad relativamente temprana (<45 años).

Actualmente se conocen varios genes que predisponen a las mujeres a desarrollar cáncer de mama. Los más importantes son BRCA1 y BRCA2, dos genes involucrados en la reparación del DNA. Las mutaciones de la línea germinal en el gen p53 pueden causar un síndrome de Li-Fraumeni, que también predispone al cáncer de mama. La enfermedad de Cowden, un raro trastorno autosómico dominante que incluye hamartomas y cánceres de mama múltiples, se debe a mutaciones en el gen supresor tumoral PTEN. La ataxia telangiectasia, un trastorno autosómico recesivo causado por una reparación defectuosa del DNA incluye el cáncer de mama en su presentación. Las mutaciones en los genes de reparación del DNA MSH2 y MSH6, que dan lugar al cáncer coló rectal no polipoide

* Genética Médica, segunda edición, Jorde, Carey, Bamshad, White Editorial Harcourt



hereditario (HNPCC), también incrementan el riesgo de cáncer de mama. A pesar de la importancia de estos genes, hay que subrayar que más del 90% de los cánceres de mama no son hereditarios, sino que se deben a mutaciones somáticas en las células mamarias.

Se conocen algunos factores ambientales que aumentan el riesgo de cáncer de mama, entre ellos figura la nuliparidad (no haber tenido hijos), el tener el primer hijo después de los 30 años, la dieta con mucha grasa, el consumo de alcohol y el tratamiento de sustitución con estrógenos.

3.2.9.2. Cáncer Coló rectal*.- Se ha estimado que uno de cada 20 norteamericanos desarrollarán cáncer coló rectal, y que alrededor de un tercio de los diagnosticados morirán por esa causa. Por tanto, el cáncer coló rectal es la segunda causa, tras el cáncer pulmonar, en el número total de muertes por cáncer anuales (unas 55 000). Como el cáncer de mama, se agrupa en familias (de hecho, la acumulación familiar de esta forma de cáncer ya fue descrita en la literatura médica en 1881), el riesgo de cáncer coló rectal en personas con un familiar de primer grado afectado es 2–3 veces mayor que en la población general.

El cáncer de colon familiar puede ser consecuencia de mutaciones en el gen supresor de tumores APC o en uno de los cuatro genes de reparación errónea del DNA (HNPCC). Otros síndromes de cáncer de colon hereditario (menos frecuentes) incluyen el síndrome de Peutz–Jeghers, causado por mutaciones en un gen de la proteína cinasa en el cromosoma 19. Como sucede en el cáncer de mama, no está claro que la mayoría de los cánceres de colon (>90%) sean heredados y es más probable que se deban a una interacción compleja de alteraciones genéticas somáticas y factores ambientales. Entre estos últimos cabe citar la falta de actividad física y una dieta rica en grasa y pobre en fibra.

* Genética Médica, segunda edición, Jorde, Carey, Bamshad, White
Editorial Harcourt



3.2.9.3. Cáncer de próstata.- Este cáncer es el que con más frecuencia se diagnostica en los varones, con unos 320 000 nuevos casos anuales en EUA. El cáncer de próstata, después del de pulmón, es la segunda causa de muerte masculina por cáncer con más de 40 000 muertes al año. Tener un familiar en primer grado afectado eleva el riesgo de padecer un cáncer de próstata en un factor de 2-3 y se estima que el 5-10% de los cánceres de próstata se deben a mutaciones hereditarias. Tener un familiar en primer grado afectado eleva el riesgo de padecer un cáncer de próstata en un factor de 2-3. Se estima que el 5-10% de los cánceres de próstata se deben a mutaciones hereditarias.

La relativamente tardía edad de comienzo de la mayoría de los cánceres de próstata (media de la edad = 72 años) dificulta especialmente el análisis genético. Sin embargo, en un análisis de pares de hermanos afectados se han identificado polimorfismos ligados en el cromosoma 1q y se ha observado una pérdida de heterocigosidad en ciertas regiones genómicas en células tumorales prostáticas, lo que indica posiblemente la existencia de alteraciones genéticas en esas regiones, pero hasta el momento, no se ha clonado ningún gen heredado que predisponga al cáncer de próstata, únicamente, entre los factores de riesgo no genéticos se puede incluir la dieta rica en grasa. Dado que el cáncer de próstata evoluciona con lentitud y que es fácil de detectar mediante el tacto rectal y la prueba del antígeno específico de la próstata (PSA), las metástasis mortales se suelen prevenir.

La mayoría de los cánceres habituales tienen componentes genéticos. Los riesgos de recidiva tienden a ser mayores cuando hay varios familiares afectados y cuando éstos han desarrollado el cáncer a una edad temprana. Se han descubierto en algunas familias genes específicos que causan cáncer de colon y de mama hereditarios.



De acuerdo con la siguiente estadística proporcionada por la OMS podremos confirmar que los padecimientos antes mencionados son los de mayor frecuencia en México:

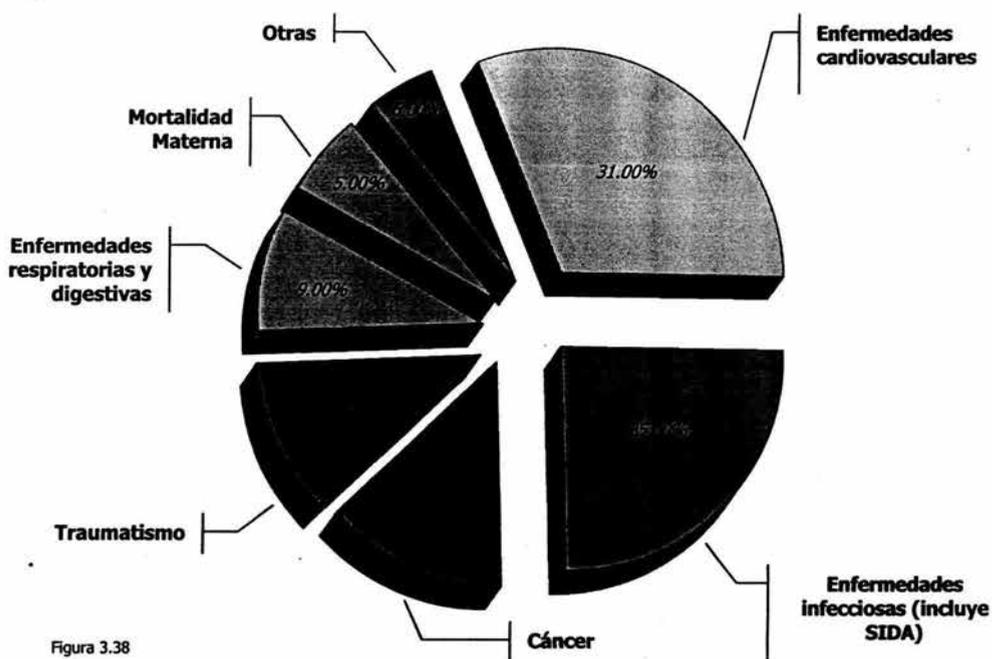


Figura 3.38

Adicionalmente a las enfermedades de alto riesgo antes mencionadas agregamos la siguiente debido a su estrecha relación con los factores de riesgo que se pueden encontrar dentro de una prueba genética, si bien su probabilidad de fallecimiento a consecuencia de esta enfermedad es bajo si existe una alta probabilidad de invalidez total y permanente: hablamos de la enfermedad de Alzheimer.



3.2.10. Enfermedad de Alzheimer* .- La enfermedad de Alzheimer es un trastorno neurodegenerativo que produce deterioro intelectual progresivo, así como una variedad de alteraciones neuropsiquiátricas y conductuales asociadas al envejecimiento y para la cual no existe curación.

Se presenta en personas de edad avanzada, sin embargo, no es un componente normal o habitual del envejecimiento, se caracteriza por las alteraciones de las funciones más elevadas del sistema nervioso central. En promedio sólo el 5% al 6% de los ancianos, sufren de esta enfermedad, en las edades comprendidas entre 65–74 años se presenta en el 1% de la población; en edades entre 75 y 84 años en el 7%, y para mayores de 85 años alcanza el 25 por ciento. Por lo menos el 50% de la población de las residencias para ancianos en los EUA presentan enfermedades de Alzheimer o un trastorno relacionado.

Su característica principal es la demencia, entendiéndose por ésta como la pérdida significativa de las habilidades intelectuales, principalmente la capacidad de memoria, lo suficientemente severa como para interferir con el funcionamiento social y ocupacional. Su sintomatología es:

- ▶ Lapsos menores y periódicos de pérdida de memoria.
- ▶ Extravió de objetos importantes.
- ▶ Confusión para cumplir tareas sencillas.
- ▶ Dificultad con problemas aritméticos simples.
- ▶ Dificultades sobre el mes o la estación.
- ▶ Dificultad para completar oraciones.
- ▶ Aumento en la precaución motriz.
- ▶ Deterioró de movimiento y coordinación, etc.

A continuación estableceremos los aspectos Genéticos del Alzheimer como introducción al siguiente capítulo.

* Genética clínica, Diagnóstico y manejo de las enfermedades hereditarias
J. Jesús Guízar—Vazquez
Tercera edición, Manual moderno



3.2.10.1. Aspectos Genéticos

Los aspectos Genéticos hasta ahora no se han podido identificar plenamente sin embargo en los pacientes de Alzheimer existen datos sugestivos de alteraciones genéticas, como en los casos con presentación familiar, donde se ha podido establecer una relación con alteración en los cromosomas 14, 19, ó 21 con un carácter autosómico dominante, por ejemplo:

- La mayoría de los pacientes con síndrome de Down presentan datos característicos de Alzheimer por arriba de los 40 años de edad.
- Las madres menores de 35 años que dan a luz niños con síndrome de Down corren un riesgo mayor de padecer Alzheimer.
- Alteraciones en el gen de la Apo E y sus subgrupos Apo E 2, Apo E 3 y Apo E 4

Figura 3.39

Calculo del riesgo de padecer la enfermedad de Alzheimer después de los 85 años	
Sin Apo E 4	Del 9 al 20%
Con un acopia del gen	Del 25 al 60%
Con dos copias del gen	Del 50 al 90%

Sólo el 25% de la población es portadora de dos copias del gen E4

Otro aspecto genético puede estar relacionado con las mutaciones en la proteína Beta Amiloide, en la S182 y la STM2, posiblemente tenga que ver con la enfermedad de Alzheimer de aparición temprana. Las mutaciones en los genes de las Presenilinas PS1 y PS2 son probables causantes del proceso.



3.2.10.2. Estadísticas:

- La enfermedad es rara en África occidental, sin embargo los afroamericanos tienen un riesgo 4 veces mayor que los americanos blancos.
- Los nativos Americanos, los Chinos y los Japoneses, tienen una frecuencia menor, sin embargo cuando los Japoneses emigran a América, la tasa aumenta, esto sugiere la participación de factores del medio ambiente.
- Virus: es posible que una sensibilidad genética aunada a un deterioro inmunológico puedan desencadenar la enfermedad de Alzheimer
- Los hombres tienen un riesgo mayor de desarrollar la enfermedad.
- El tratamiento con estrógenos puede ayudar a proteger a las mujeres mayores.
- Los traumatismos craneo encefálicos pueden acelerar el proceso en personas genéticamente susceptibles (Boxeadores)

3.2.11. Algunos principios y conclusiones generales.- De los resultados obtenidos hasta ahora sobre la genética de los trastornos complejos pueden deducirse algunos principios generales. En primer lugar, los trastornos complejos más fuertemente hereditarios suelen iniciarse a una edad más temprana (como por ejemplo el cáncer de mama, la enfermedad de Alzheimer y las cardiopatías). Éstos representan a menudo subgrupos en los que existe una herencia monogénica. En segundo lugar, cuando existe lateralidad, las formas bilaterales tienen a veces una mayor agrupación familiar (como por ejemplo labio leporino/paladar hendido). En tercer lugar, mientras que el modelo del umbral específico de sexo se ajusta a algunos de los trastornos complejos (como por ejemplo estenosis pilórica, labio leporino/paladar hendido, autismo, cardiopatías), fracasa en la adaptación a otros (diabetes tipo 1).

Existe una tendencia, sobre todo entre el público, a asumir que la presencia de un componente genético significa que el curso de la enfermedad no puede ser modificado ("si es genético, no se puede cambiar"). Esto es erróneo. La mayoría de las enfermedades que se comentan en este capítulo tienen componentes genéticos y



ambientales, por tanto, la modificación del ambiente –como la dieta, el ejercicio, y la reducción de estrés– suele reducir el riesgo considerablemente. La modificación puede ser especialmente importante para los individuos con historia familiar de una determinada enfermedad, dado que son más propicios a desarrollarla en épocas de la vida más tempranas. Los que tienen una historia familiar de cardiopatías, por ejemplo, suelen poder sumar muchos años de vida productiva introduciendo alteraciones relativamente pequeñas en su estilo de vida. Al seleccionar a quienes pueden obtener mayores beneficios de una intervención, la genética contribuye a servir al objetivo de la medicina preventiva.

Además, hay que insistir en que la identificación de una lesión genética puede llevar a una prevención y un tratamiento más eficaces de la enfermedad. La identificación de las mutaciones que causan el cáncer de colon familiar puede permitir una detección selectiva precoz y la prevención de metástasis. Concretar con precisión un gen responsable de un defecto en un neurotransmisor en un trastorno de la conducta como, por ejemplo, la esquizofrenia, podría llevar al desarrollo de tratamientos farmacológicos más eficaces. En algunos casos, como en la hipercolesterolemia familiar, puede ser útil la terapia génica. Es importante que los profesionales de la salud hagan que sus pacientes sean conscientes de estos hechos.

Aunque la genética de los trastornos frecuentes es compleja y a menudo desconcertante, su impacto sobre la salud pública y la evidencia de factores hereditarios en su etiología obligan a proseguir con los estudios genéticos. Ya se están consiguiendo avances sustanciales. En la próxima década, seremos testigos de muchos otros progresos en nuestro conocimiento y en el tratamiento de estas enfermedades.





Capítulo IV

Fundamentos de la genética humana

Como se vio en el capítulo anterior existe una correlación entre cierto tipo de enfermedades o padecimientos y los factores de herencia. En este capítulo presentamos los conceptos básicos de la genética humana, los factores de herencia y las características genéticas de las enfermedades hereditarias, encontraremos una lista de las enfermedades con factores genéticos y su frecuencia, así como los patrones de transmisión genética. Por último estableceremos las bases que nos permitirán discutir el problema de las pruebas genéticas en los interrogatorios de selección de riesgos de los seguros de personas.

Sus orígenes los encontramos en el siglo XIX con los trabajos de Mendel y posteriormente, en el siglo XX, con los trabajos de Watson y Crick acerca de la estructura del ADN, se marcó la pauta para poder descifrar y manejar el material genético, el primer genoma en descifrarse fue el de *Escherichia coli* el cual cuenta con 4 288 genes, y el del primer animal cuyo gen se descifró fue el del gusano *Caenorhabditis elegans* y actualmente la lista de genomas descifrados alcanza un centenar, incluido en ellos el del ser humano, es decir, poder secuenciar el genoma implica saber dónde y cómo está codificada la información de los caracteres hereditarios.

Los primeros resultados de la manipulación genética se han dado en la industria farmacéutica en donde por medio de la ingeniería genética se ha desarrollado una gama de proteínas derivadas de esta nueva tecnología, como por ejemplo la insulina, que dicho sea de paso, está relacionada con la diabetes, la cual, como sabemos, tiene un alto factor hereditario y ocupa los primer lugares de causas de mortalidad en nuestro país.



Es la ingeniería genética la que hace posible, entre otras cosas, el poder aislar el gen de un organismo y que codifique para una proteína de interés industrial como lo es la insulina para el tratamiento de las personas que padecen cualquier tipo de diabetes, se sabe cual es su estructura, es decir, cual es la secuencia de aminoácidos que la conforman. Las células de E. Coli modificadas genéticamente con el gen de la insulina contiene una nueva información de tal forma que al crecer expresa la información genética que poseen para sintetizar todos los productos que requieren normalmente y elaboran el que les indica el nuevo gen, así, la bacteria produce algo que antes de la modificación genética le era ajeno: la insulina. Este procedimiento es mucho mas barato que extraer la insulina del páncreas de un puerco y resulta mas conveniente suministrar dicha proteína como medicamento que no es exactamente igual a la de los seres humanos, esto puede repercutir en el paciente que padece dicha enfermedad dotándolo de una mayor esperanza de vida y mejor calidad de vida

Otra forma en la que puede incidir directamente la manipulación genética en los cambios de la mortalidad la encontramos en la elaboración de medicamentos mediante animales transgénicos, es decir, se puede diseñar una vaca o un borrego transgénico para hacer que en su leche produzcan productos farmacéuticos. Hasta hoy se encuentra en evaluación este procedimiento.

Como estos ejemplos podemos encontrar otros relacionados a la solución de problemas ecológicos: el hambre del mundo, el calentamiento del planeta y la crisis de energéticos, solo por citar algunos, y todo esto mediante la manipulación genética, la cual nos puede permitir la producción de alimentos a gran escala sin necesidad de plantaciones y además de solucionar el problema del hambre también; se puede producir combustibles que permitan sustituir a los que dañan la capa de ozono o bien salvar especies animales y vegetales y de esta forma terminar con el peligro de las especies en extinción, etc. Sin embargo, el tema que nos ocupa es la aplicación de la genética en la selección de riesgo de seguros de vida a raíz del descubrimiento del



genoma humano, por lo tanto empezaremos por los fundamentos de la genética en el ser humano:

4. Cromosoma* .- La totalidad de la información genética de un individuo está ubicada en los cromosomas. En el núcleo de cada célula somática humana hay 46 cromosomas que, en cierto modo, constituyen la biblioteca que informa sobre su herencia. Estos 46 cromosomas se dividen en 23 pares. Cada una de estas series de cromosomas procede uno de los progenitores (padre/madre). Los cromosomas 1–22 se denominan autónomas y el par número 23, cromosomas sexuales o también llamados gonosomas, al ser el determinante de los factores sexuales humanos. En la mujer este par de cromosomas está formado por dos cromosomas X y en los hombres por un cromosoma X y un cromosoma Y.

4.1. Genes, DNA* .- Un único cromosoma humano está integrado por un total de 50 a 250 millones de componentes que forman el llamado ácido desoxirribonucleico (DNA). El DNA está constituido por dos largas hebras que giran una en torno a la otra como si fuera una escalera de caracol (doble hélice), el pasamanos o la barandilla de la escalera es un conjunto de moléculas de azúcar y fosfatos; los diversos escalones, por el contrario, son los pares de bases. En la formación de estos escalones sólo intervienen un total de cuatro elementos diferentes (bases nucleicas o nucleótidos): adeneida (A), guanina (G), citosina (C) y timina (T). Sólo se conjugan las bases nucleicas A y T, así como G y C. Las bases son complementarias, es decir, se ajustan como una llave a una cerradura. Esta complementariedad hace posible que, con la intervención de determinadas enzimas, el DNA pueda reproducirse por sí mismo: se desdobra en dos mitades, sirviendo cada mitad como molde para la réplica de la mitad que falta.

* Genética Fundamento de la medicina en el siglo XXI, Una introducción sobre genes, enfermedades y test genéticos
Dr. Achim Regenauer, Médico jefe de la Mühener Rückversicherungs-Gesellschaft, y profesor dr. Jörg Schmidke, Director del
Institut für humangenetik, de la facultad de Medicina de Hannover.
1999



La sucesión en las bases en la molécula de DNA (la llamada secuencia del DN) contiene toda la información genética que utiliza una célula para ejercer su función. En conjunto, a la naturaleza le basta únicamente con cuatro "letras" diferentes para determinar la información genética necesaria para cualidades tan dispares como, entre otras, el color del pelo o el grupo sanguíneo.

Se denomina gen a la secuencia de base que utiliza una célula para producir una sola proteína. En el conjunto del material genético humano se supone que existen entre 70 000 y 100 000 genes diferentes que contienen todas las indicaciones para la generación de todas las células, los órganos y los tejidos del individuo. Esta información está contenida en aproximadamente un 5% de todo el DNA, existiendo, por lo tanto, una parte restante de un 95% del DNA cuya función, según los conocimientos científicos actuales, aún no está clara. Se supone, no obstante, que en dichas secciones están recogidas importantes informaciones que regulan la complementación y el control de los genes entre sí.

Doble hélice del DNA*



Figura 4.40

* Genética Fundamento de la medicina en el siglo XXI, Una introducción sobre genes, enfermedades y test genéticos
Dr. Achim Regenauer, Médico jefe de la Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, y profesor dr. Jörg Schmidke, Director del Institut für humangenetik, de la facultad de Medicina de Hannover.
1999



4.2 RNA mensajero.- Para que una determinada célula (por ejemplo, una célula del músculo cardíaco, una célula del páncreas, una célula madre de la médula ósea) pueda realizar la misión que tiene asignada (función de bombeo del músculo cardíaco, secreción de insulina del páncreas, producción de células sanguíneas), tiene que transmitir su función hacia el exterior. Por lo tanto es necesario que la información almacenada y codificada en los genes se traduzca en una forma biológicamente activa. Este proceso se denomina "Expresión genética"

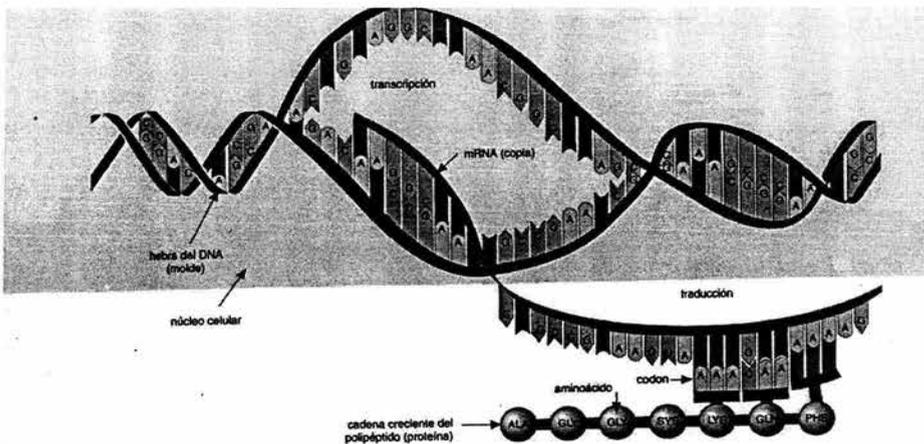


Figura 4.41

Para que un gen pueda transmitir su información desde el núcleo celular a la periferia recurre, en primer lugar, a un mensajero. Dicho mensajero recoge del gen en el núcleo celular la información determinada por la secuencia de nucleótidos correspondiente. Así se genera una cadena de ácido nucleico complementaria, en cierto modo como copia del tramo del DNA. Esta copia se designa como "Ácido ribonucleico mensajero (mRNA)" y el proceso como "Transcripción". Mediante la interpolación del mRNA se garantiza que no se consuma ni se destruya el DNA como fuente de información.

* Genética Fundamento de la medicina en el siglo XXI, Una introducción sobre genes, enfermedades y test genéticos Dr. Achim Regenauer, Médico jefe de la Mühener Rückversicherungs-Gesellschaft, y profesor dr. Jörg Schmidke, Director del Institut für humangenetik, de la facultad de Medicina de Hannover. 1999



A la transcripción le sigue la llamada "Traducción" mediante la cual el RNA mensajero es conducido al exterior del núcleo celular, sirviendo entonces al citoplasma como "diccionario" para colocar los aminoácidos en la cadena proteica a sintetizar. La conversión de la información genética del mRNA en un aminoácido tiene lugar en la periferia celular en los ribosomas, siendo siempre tres nucleótidos los que "traducen" a un aminoácido.

Por medio de la toma realizada con microscopios electrónicos y de las investigaciones bioquímicas se sabe que el DNA de un gen y el correspondiente mRNA difieren en su longitud. Ciertamente el mRNA, antes de abandonar el núcleo celular, es objeto de una reforma mediante la cual se cortan las secuencias del DNA que son innecesarias para la síntesis de proteínas. Las secuencias del DNA responsables de la síntesis de proteínas también se denominan exones codificadores y los trozos del RNA cortados antes de la traducción reciben el nombre de intrones no codificadores. Por lo tanto, un gen no sólo consiste en la información que determina la composición de proteínas sino también contiene tramos que dirigen y controlan, así como tramos aparentemente insignificantes.

Estructura de un gen

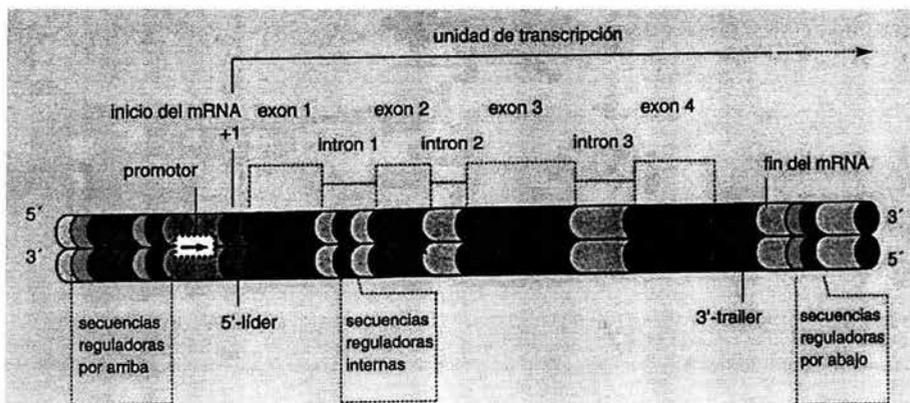


Figura 4.42



4.3. Las proteínas y su significado*.- De todos los compuestos orgánicos que se hallan en los seres vivos, los carbohidratos (azúcares), los lípidos (grasas) y las proteínas (albúmina), son las sustancias más importantes. Mientras que los carbohidratos y las grasas sirven en el organismo principalmente como soporte energético, las proteínas han de desempeñar múltiples funciones. A las proteínas también les corresponde la mayor participación, de un 50% en total, en los compuestos orgánicos. Con frecuencia se designa a las proteínas como la estructura de la vida puesto que actúan en el organismo como materiales, mensajeros y herramientas vitales. Como enzimas catalizan los procesos, como receptores y mensajeros transmiten información importante al interior de la célula, como anticuerpos son un componente esencial del sistema inmunitario, como proteínas del plasma transportan en la sangre importantes sustancias nutritivas y como proteínas celulares constituyen el material y el respaldo mecánico para todas las células, los órganos, huesos y tejidos conjuntivos.

Las proteínas se componen de aminoácidos. Su función dependerá de cuáles y cuántos son los aminoácidos que las componen. En total, se conocen en el ser humano alrededor de 10 000 proteínas distintas que difieren considerablemente en cuanto a su función y tamaño.

Esta diversidad se genera con únicamente veinte aminoácidos diferentes que, a su vez, están codificando en sólo cuatro nucleótidos distintos (adenina [A], guanina [G], citosina [C], timina [T]). Para cada uno de estos veinte aminoácidos basta con una combinación a tres de los cuatro nucleótidos para determinar su identidad de forma unívoca. Este lenguaje genético o código genético como se le conoce es válido de igual manera para casi todos los seres vivos.

* Genética Fundamento de la medicina en el siglo XXI, Una introducción sobre genes, enfermedades y test genéticos
Dr. Achim Regenauer, Médico jefe de la Múchener Rückversicherungs-Gesellschaft, y profesor dr. Jörg Schmidke, Director del Institut für humangenetik, de la facultad de Medicina de Hannover.
1999



Relación estructural entre cromosomas, gen, DNA y proteínas*.

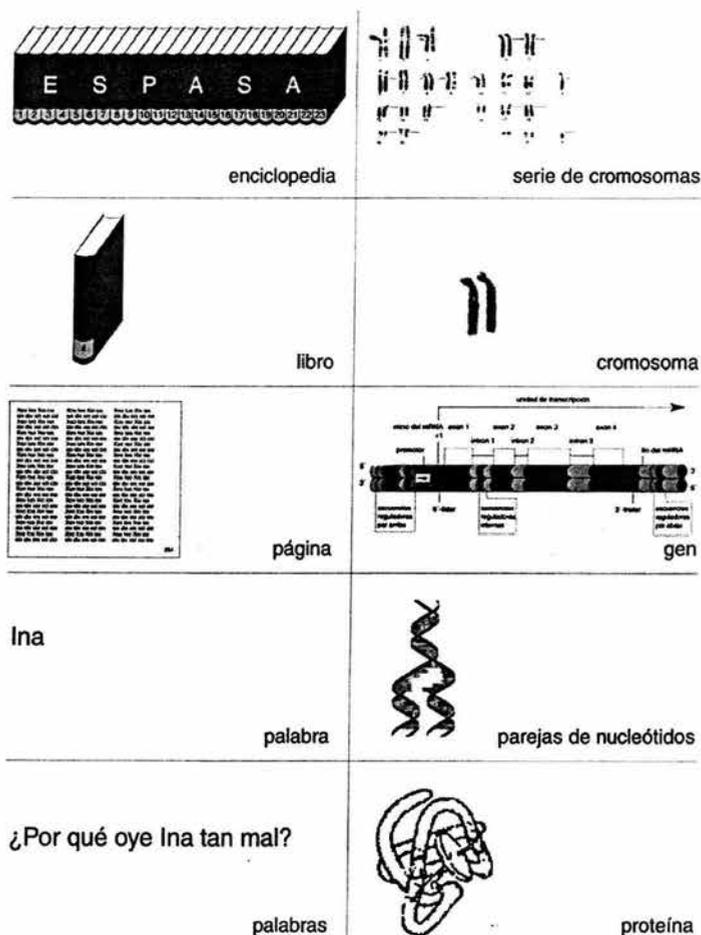


Figura 4.43

* Genetica Fundamento de la medicina en el siglo XXI, Una introducción sobre genes, enfermedades y test genéticos Dr. Achim Regenauer, Médico jefe de la Mùchener Rückversicherungs-Gesellschaft, y profesor dr. Jörg Schmidke, Director del Institut für humangenetik, de la facultad de Medicina de Hannover. 1999



4.4. Reproducción del DNA*. También llamado Replicación del DNA. La mayoría de las células tienen que dividirse permanentemente. Sólo tienen una vida limitada. Para mantener su función han de transmitir a las células hijas la información genética almacenada en sus núcleos, por tanto es necesario copiar las hebras del DNA. Para ello, las hebras dobles del DNA tienen que dividirse en hebras simples. En cada hebra simple se genera como copia refleja la parte que falta (replicación del DNA), con ello el genoma se ha duplicado una vez, entonces, cada una de las series de cromosomas se desplaza a los polos opuestos de la célula, procediendo la célula seguidamente a la división. Así la célula, en cierto modo, se ha reproducido desde dentro de sí misma. Cada segundo este proceso tiene lugar millones de veces en el organismo humano, procurando que el cuerpo humano se renueve. Al alcanzar una edad avanzada, la producción de células nuevas no sigue el ritmo con que mueren las células más viejas. Por este motivo se producen regresiones y procesos de necrosis.



* Genetica Fundamento de la medicina en el siglo XXI, Una introducción sobre genes, enfermedades y test genéticos
Dr. Achim Regenauer, Médico jefe de la Mühener Rückversicherungs-Gesellschaft, y profesor dr. Jörg Schmidke, Director del
Institut für humangenetik, de la facultad de Medicina de Hannover.
1999



Capítulo V

Factores de Herencia

En este capítulo presentamos los factores que influyen especialmente en la carga hereditaria, así como las características genéticas de las anomalías monogénicas y poligénicas, mostraremos una tabla que revela su frecuencia y una breve explicación. Analizaremos los patrones hasta hoy utilizados para detectar las posibles enfermedades genéticas. Al final presentamos los avances en el descubrimiento de los genes y factores de riesgo genético para las enfermedades de cáncer de mama y/o cáncer de ovario, fibrosis quística y Corea de Huntington.

5. El significado de las mutaciones*.- Para el funcionamiento correcto del organismo humano son indispensables la estabilidad y la constancia de la información genética, por otra parte, un proceso tan complejo como la transmisión de información genética está sujeto a muchos fallos. Las modificaciones de la información genética pueden tener consecuencias graves en determinadas circunstancias, y tales modificaciones se denominan "mutaciones". Una mutación puede producirse de forma espontánea al copiar el DNA (replicación defectuosa) o por agentes exógenos que perjudican a la célula. Los agentes exógenos (mutágenos) que pueden ser perjudiciales para la información genética son, a título de ejemplo, las sustancias químicas, las radiaciones y los virus. En ocasiones, las mutaciones dan lugar a la sustitución de un solo nucleótido en el DNA, tales mutaciones se denominan mutaciones puntuales. Otros fenómenos de mutación consisten en la adición de varias secuencias de nucleótido, a través de las cuales es posible que las proteínas produzcan defectos cuantitativos o cualitativos. Esto, a su vez, tiene consecuencias para el funcionamiento de la célula, por tanto, del organismo. Por supuesto que las mutaciones también

* Genética Fundamento de la medicina en el siglo XXI, Una introducción sobre genes, enfermedades y test genéticos
Dr. Achim Regenauer, Médico jefe de la Mühener Rückversicherungs-Gesellschaft, y profesor dr. Jörg Schmüdke, Director del
Institut für humangenetik, de la facultad de Medicina de Hannover.
1999



pueden afectar a los cromosomas en su totalidad, dando lugar, por ejemplo, a que aumente el número de cromosomas o se pierdan secciones de cromosomas.

Las mutaciones pueden producirse en todas las células: en una célula muscular, en una célula intestinal o en una célula ósea. Tales mutaciones (mutaciones somáticas; mutaciones de las células del cuerpo) se limitan al correspondiente tejido corporal del individuo y no se transmiten a futuros descendientes. Si tales mutaciones se producen en las células de la banda germinal, puede que estos cambios de las sustancias genéticas se transmitan a las siguientes generaciones.

Esta diferenciación muestra que las modificaciones genéticas no siempre tienen que ser congénitas. Más bien es posible que durante los innumerables procesos de división celular que se originan en el organismo en el transcurso de la vida humana, se produzcan reiteradamente mutaciones (somáticas) que desencadenen o contribuyan a causar una enfermedad. Esto ocurre, por ejemplo, en la mayoría de las enfermedades cancerosas. Una enfermedad genética no tiene que ser necesariamente una enfermedad congénita, sin embargo, cuando la mutación se produce en las células de reproducción sexual puede desarrollar enfermedades hereditarias genéticas y puede ser, también, que tal mutación se haya producido hace varios miles de años, transmitiéndose desde entonces de generación en generación por determinados patrones de herencia en el seno de determinadas familias.

No todas las secuencias de nucleótidos que se desvían de la norma en el interior de un gen (mutación) llevan a la posterior aparición de una enfermedad. Nuestros genes, con sus infinitas mutaciones, más bien presentan variaciones que confieren a cada individuo su identidad propia e inconfundible. En la medicina estos conocimientos no sólo se aprovechan para obtener información acerca de enfermedades actuales o futuras. Por medio del análisis de los genomas también es posible identificar a las personas (por ejemplo, para una prueba de paternidad) a través de las llamadas pruebas dactilares genéticas. Incluso en personas fallecidas se puede verificar el DNA,



aunque haya transcurrido un largo periodo de tiempo; cuando se produce una catástrofe aérea, el análisis del DNA permite identificar a las víctimas y en la investigación histórica se recurre igualmente al análisis de los genomas. Un señalado ejemplo se ello consiste en la identificación de los restos mortales de la última familia de zares rusos mediante la comparación de su DNA con el de parientes cercanos supervivientes.

5.1. Genes activos o inactivos*.- La vida humana se genera cuando un óvulo es fecundado por un espermatozoide. Cada una de las células aporta la mitad de sus factores hereditarios y en una célula fecundada se unen, por lo tanto, 23 cromosomas paternos y 23 cromosomas maternos. Esta célula fecundada (cigoto) duplica antes de su división celular su juego de cromosomas, transmitiendo posteriormente la información genética (genoma) a dos células hijas que, a su vez, se dividen en cuatro células y así sucesivamente hasta que nueve meses después nace un niño con todos los órganos desarrollados. Mediante la división celular continua, con su respectiva replicación del DNA, se garantiza que se transmita a todas las células la información genética contenida en las células originarias. Con todo ello, en el desarrollo de la fase embrionaria se generan células que han de desempeñar tareas altamente diferenciadas y que también saben que han de realizar funciones diferentes.

Las bases en que se fundamentan las enfermedades hereditarias consisten en modificaciones de la sustancia genética que se transmite de una generación a la siguiente a través de las células germinales. La modificación de la sustancia genética se desarrolla en los cromosomas o en el propio DNA y se distingue entre enfermedades monogénicas y poligénicas, sin embargo, cada vez se vislumbra más que la distinción entre enfermedades monogénicas y poligénicas es una distinción artificial. Muchas de las llamadas enfermedades monogénicas no están determinadas por un solo gen, sino

* Genética Fundamento de la medicina en el siglo XXI, Una introducción sobre genes, enfermedades y test genéticos
Dr. Achim Regenauer, Médico jefe de la Múchener Rückversicherungs-Gesellschaft, y profesor dr. Jörg Schmidke, Director del
Institut für humangenetik, de la facultad de Medicina de Hannover.
1999



que dependen en su manifestación de la influencia controladora y reguladora de otros genes. Por enfermedades multifactoriales se entienden los trastornos por la acción conjunta de factores genéticos y ambientales; un proceso que, en caso concreto, la mayoría de las veces seguimos sin comprender. Se supone que aproximadamente un 5% de todos los recién nacidos vienen al mundo con un trastorno congénito. En torno a un 0.5% presentan una anomalía cromosómica clínicamente relevante y cerca de 1% de todos los recién nacidos sufren una enfermedad hereditaria de origen monogénico. El resto es de origen multifactorial o exógeno. En aquellos que fallecen antes de alcanzar los 65 años de vida las enfermedades hereditarias siguen siendo la quinta causa de muerte mas frecuente. La mayor parte corresponde a enfermedades cardiacas congénitas, le siguen las anomalías del sistema nervioso central (cerebro, médula espinal), así como las anomalías urogenitales (tracto urinario y genital), y las anomalías gastrointestinales (aparato digestivo).

5.2. Características genéticas de las enfermedades hereditarias

5.2.1. Aberraciones cromosómicas.- Las modificaciones en los propios cromosomas se manifiestan por una variación del número de cromosomas, por ejemplo, un cromosoma de más o de menos o por una alteración en la estructura del cromosoma. La edad avanzada de la madre es un factor de riesgo para la aberración numérica de cromosomas. El grado de gravedad clínica puede alcanzar desde la letalidad hasta un estado asintomático (ausencia de síntomas). Cuando se presentan síntomas, generalmente suele existir desde la primera infancia.

5.2.2. Enfermedades monogénicas.- En las enfermedades monogénicas se produce una modificación (mutación) de un único gen, dando lugar a que se perturbe el modelo estructural de una determinada proteína y, a su vez, se desencadene la manifestación

* Genetica Fundamento de la medicina en el siglo XXI. Una introducción sobre genes, enfermedades y test genéticos
Dr. Achim Regenauer, Médico jefe de la Mùchener Rückversicherungs-Gesellschaft, y profesor dr. Jörg Schmidke, Director del
Institut für humangenetik, de la facultad de Medicina de Hannover.
1999



de dicha enfermedad, pero casi siempre se trata de enfermedades graves de escasa incidencia. En la actualidad se tiene conocimiento de más de 6 000 genes cuyas mutaciones llevan a diversas enfermedades hereditarias monogénicas. De entre ellas, hay en estos momentos unas 1 000 enfermedades distintas que son accesibles a un análisis molecular genético. No se conoce el número de alteraciones genéticas que se pueden diagnosticar en los laboratorios europeos, pero las alteraciones más frecuentes si se pueden analizar en su conjunto. En el cuadro siguiente están algunos ejemplos de anomalías monogénicas frecuentes.

Anomalías monogénicas frecuentes:

Trastorno	Frecuencia	Descripción de la enfermedad
Acromatopsia	1:12 mas	Trastorno en la visión de los colores de distinto grado
Enfermedad de Alzheimer	1:100	Demencia presenil
Carcinoma de mama por predisposición genética	1:200 fem	Carcinoma de mama, con frecuencia antes de la menopausia, también en parte con cáncer de ovario
Trombofilia	1:200	Trombosis venosa, tromboembolias
Ictiosis vulgar	1:200	Descamación de la piel
Diabetes juvenil (MODY) aparición de diabetes juvenil en adultos	1:400	Hiperglucemia por trastorno en la secreción de insulina
Hipercolesterolemia familiar	1:500	Arteriosclerosis, enfermedad cardiaca coronaria
Otros trastornos monogénicos del metabolismo de los lípidos sin lipoproteína	1:100	Riesgo aumentado de arteriosclerosis y enfermedades cardiacas coronarias
Déficit aislado de IgA	1:700	Inmunodeficiencia con propensión a las infecciones, enfermedades de autoinmunidad
Enfermedad poliquística renal de tipo adulto	1:1,000	Formación de quiste en el riñón e hígado; insuficiencia renal en la vejez
Síndrome de la X frágil	1 :2,500 masc 1 :2,000 fem	Retraso mental
Deficiencia de antitrombina	1:2,00 hasta 1:5,000	Trombosis venosas

Figura 5.44



Anomalías monogénicas frecuentes:

Trastorno	Frecuencia	Descripción de la enfermedad
Enfermedad de Charcot-Marie-Tooth	1:2,000	Atrofia muscular
Sordera, diferentes formas hereditarias	1:2,000	Alto grado de dureza de oído hasta sordera
Cistinuria	1:2,00 hasta 1,7,000	Cálculos renales
Enfisema pulmonar hereditario	1:2,500 hasta 1,10,000	Enfisema pulmonar, cirrosis hepática en niños
Síndrome de Ehlers-Danios	1 :3,000	Distrofia del tejido conjuntivo
Acrodroplasia	1:3,500	Trastorno en el crecimiento del cartilago, enanismo
Neurofibromatosis tipo 1	1:3,500 hasta 1:10,00	Tumores del sistema nervioso y de la piel
Síndrome de Alport	1 :5,000	Insuficiencia renal acompañada de sordera
Hemocromatosis	1:5,000	Acumulación de hierro en los órganos internos
Osteogenesis imperfecta	1:5,000 hasta 1:10,000	Fragilidad de los huesos (enfermedad de los huesos frágiles)
Esferocitosis	1:5,000	Eritrocitos esféricos en la sangre, hemólisis
Miocardiopatía hipertrófica	1:5,000	Enfermedad del músculo cardíaco
Potiposis familiar del intestino grueso	1:6,000	Pótipos del intestino grueso, propensión a tumores malignos
Ictiosis ligada al cromosoma X	1:6,00 mas.	Descamación de la piel
Distrofia miotónica	1:7,000 hasta 1:8,000	Enfermedad multiorgánica, en especial, atrofia muscular
Enfermedad de von Willebrand	1:8,000	Propensión a hemorragias
Síndrome adrenogenital	1:10,000 hasta 1:18,000	Trastorno del metabolismo del agua y sal (perdida de sal) virilización

Figura 5.44



Anomalías monogénicas frecuentes:

Trastorno	Frecuencia	Descripción de la enfermedad
Albinismo	1:10,000	Ausencia de pigmentación cutánea
Hemofilia A	1:10,000 masc	Propensión las hemorragias
Síndrome de Marfa	1 :10,000 hasta 1 :20,000	Malformaciones del tejido conjuntivo
Porfiria aguda intermitente	1:10,000 hasta 1:20,000	Cólicos intestinales, parálisis, atrofia muscular
Raquitismo resistente a la vitamina D	1:20,000	Trastornos en el crecimiento de los huesos
Corea de Huntington	1:10,000 hasta 1:20,000	Presencia de movimientos incontrolados, trastornos de personalidad
Síndrome de Kallmann	1:10,000 hasta 1:15,000	Deficiencia en el desarrollo sexual, falta de olfato
Fenilctonuria	1:10,000 hasta 1:20,000	Deficiencia mental propensión a convulsiones
Esclerosis tuberosa	1:12,000	Malformación cerebrales, formación de tumores en numerosos órganos
Retinoblastoma	1:14,000 hasta 1:20,000	Tumores de las células retinianas, tumores óseos
Déficit de proteína C	1:16,000	Propensión a trombosis
Déficit de acil-CoA-deshidrogenasa	1:20,000	Ataques de hipoglucemia
Déficit de piruvato-cinasa	1:20,000	Anemia hemolítica
Síndrome de Stickler	1:20,000	Enfermedad de las articulaciones y del cristalino
Suma (sin acromatopsia)	Aprox 1:20 = 5%	

Fuente: J. Schmidke <Vererbung und Erbsbtes> ("Herencia y transmisión hereditaria")

Figura 5.44



5.2.3. Enfermedades poligénicas.- Es la ocurrencia de varias modificaciones genéticas, es decir mutaciones, la que desencadena la enfermedad. En este caso, la mutación de un sólo gen no tiene un efecto tan grave como en las enfermedades monogénicas, una de las mayores diferencias entre las enfermedades monogénicas y las poligénicas consiste en la elevada frecuencia con que se dan las enfermedades en la población. Junto con la mutación de varios genes, en la manifestación de estas enfermedades suelen incidir uno o varios factores ambientales. Los factores ambientales (alimentación, actividad física, etc.) influyen, por tanto, de forma decisiva en la expresión, gravedad y desarrollo de estas enfermedades. Actualmente sólo se han identificado pocas enfermedades en el siguiente cuadro se supone una acción combinada de varios genes con factores ambientales.

Trastornos multifactoriales frecuentes	Enfermedad	Frecuencia
Malformación congénitas	Lesión cardíaca (cardiopatía)	1:100 hasta 1:200
	Pie zambo	1:200 hasta 1:500
	Defecto de cierre del tubo neural (espina bífida = hendidura en la espalda)	1:200 hasta 1:1,000
	Estenosis pilórica	1:300
	Labio leporino y paladar hendido	1:500 hasta 1:1,000
Otros trastornos	Cardiopatía isquémica (cardiopatía coronaria)	1:3 hasta 1:5
	Apoplejía (ataque apoplético)	1:3 hasta 1:5
	Miopía	1:4
	Atopia (asma bronquial, fiebre del heno, neurodermatitis)	1:7
	Alcoholismo	1:10 hasta 1:20
	Enfermedad de Alzheimer	1:10 (más de 65 años)
	Hipertía (hipertensión sanguínea)	1:16
	Diabetes tipo II (diabetes senil)	1:20
	Enfermedades trombótica	1:20 hasta 1:50
	Diabetes tipo I (diabetes juvenil)	1:400
Gota	1:500	

Fuente: J. Schmidtko <Vererbung und Erbschaft> ("Herencia y transmisión hereditaria")

Figura 5.45



Como ejemplo mencionaremos el caso de la cardiopatía isquémica (CI). Hace varios años que se conocen los factores de riesgo que inciden en la expresión de la CI, hipertensión, hiperlipemia, diabetes *mellitus*, consumo de tabaco, sobrepeso y sedentarismo son los más importantes. A la mayoría de los factores de riesgo se les adjudica un componente de conducta del individuo así como una genética. Un exceso de colesterol en la sangre no sólo se produce por el hábito de una alimentación rica en colesterol, sino también por diversos genes que tienen una incidencia más o menos acusada sobre el metabolismo de las grasas, favoreciendo a la aparición de una arterosclerosis prematura y en consecuencia, de una cardiopatía isquémica.

5.3. Patrones de transmisión de las enfermedades genéticas .- Los patrones de herencia que se describen a continuación se conocen relacionados con las enfermedades monogénicas. Para comprender estos patrones de transmisión es importante resaltar que cada gen figura duplicando en el núcleo celular, de la misma manera que también los cromosomas existen por pares, una serie paterno y otra serie materna. Para el desarrollo de una enfermedad genética será decisivo que el gen mutante consiga imponer su efecto patológico frente a su oponente "sano" o que sea necesario que el otro gen también sea mutante.

5.3.1. Patrón de transmisión autosómica dominante .- En este patrón de herencia, sólo uno de los dos genes homólogos es mutante. A pesar de la existencia de otro normal, la enfermedad llega a manifestarse. Cuando uno de los progenitores está afectado por este gen existe un 50% de probabilidad de que se transmita a un hijo. El trastorno se manifiesta tanto en el hombre como en la mujer. En las enfermedades monogénicas este patrón de herencia supone, con un 60%, el procedimiento de transmisión más frecuente.

* Genética Fundamento de la medicina en el siglo XXI, Una introducción sobre genes, enfermedades y test genéticos
Dr. Achim Regenauer, Médico jefe de la Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, y profesor dr. Jörg Schmidke, Director del Institut für humangenetik, de la facultad de Medicina de Hannover.
1999



En este patrón de herencia están clasificadas muchas enfermedades que presentan modificaciones en las proteínas estructurales clave para el tejido conjuntivo o de sustentación como por ejemplo: síndrome de Marfan, acondroplasia, miocardiopatía hipertrófica, etc., es evidente que en estos casos una proteína mutante, aunque sólo sea con la mitad de su cuantía ejerce efectos patológicos sobre el organismo humano.

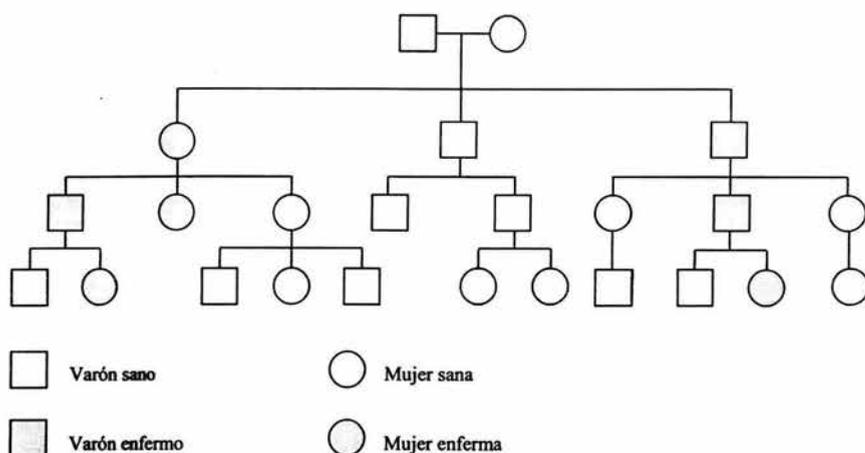


Figura 5.46

5.3.2. Patrón de transmisión autosómica recesiva* - En este procedimiento de herencia ambos genes homólogos han de ser mutantes para que en la persona afectada pueda expresarse la enfermedad. El sujeto ha de heredar tanto de la madre como del padre la correspondiente mutación genética. Los individuos que han heredado sólo una versión del gen mutante se denominan "portador". Esta condición puede afectar a ambos sexos. Si por ejemplo, ambos progenitores son portadores, el hijo tiene un 25% de probabilidad de heredar las dos versiones mutantes del gen y presentar, por tanto, la enfermedad.

* Genética Fundamento de la medicina en el siglo XXI, Una introducción sobre genes, enfermedades y test genéticos
 Dr. Achim Regener, Médico jefe de la Múchener Rückversicherungs-Gesellschaft, y profesor dr. Jörg Schmidke, Director del Institut für humangenetik, de la facultad de Medicina de Hannover.
 1999



Este patrón de herencia incluye múltiples enfermedades del metabolismo por ejemplo: mucoviscidosis, fenilcetanuria, síndrome androgenital etc. En caso de sólo existir una copia mutante del gen parece ser que el organismo humano frecuentemente es capaz de compensar este estado, teniendo bastante con la mitad de la proteína no modificada.

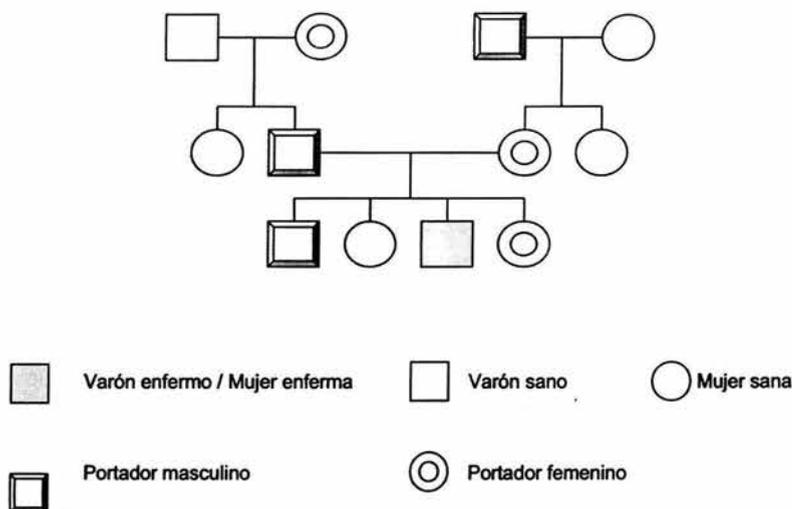


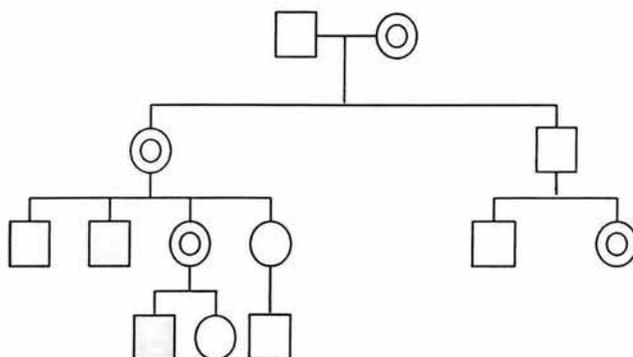
Figura 5.47

5.3.3. Patrón de transmisión ligado al cromosoma X* .- La mujer tiene dos cromosomas X. Si un gen mutante recesivo está localizado en el cromosoma X, la mujer será portadora de la correspondiente enfermedad. El hombre sólo tiene un cromosoma X puesto que el otro cromosoma sexual es un cromosoma Y. Si en el cromosoma X estuviera localizado el gen mutante, el hombre, por regla general, enfermará.

* Genética Fundamento de la medicina en el siglo XXI, Una introducción sobre genes, enfermedades y test genéticos
Dr. Achim Regenauer, Médico jefe de la Mühener Rückversicherungs-Gesellschaft, y profesor dr. Jörg Schmidke, Director del Institut für humangenetik, de la facultad de Medicina de Hannover.
1999



Si una mujer es portadora de una enfermedad que se hereda ligada al cromosoma X, hay un 50% de probabilidad de que transmita este trastorno a su hijo. Sus hijas tendrán una probabilidad del 50% de ser portadoras de dicha enfermedad.



Varón enfermo / Mujer enferma



Varón sano



Mujer sana



Portador femenino

Figura 5.48

Conocer el proceso genético no es suficiente sin la interpretación y relación con las enfermedades, es decir, no basta contener la información, sino que también hay que orientarla y correlacionarla con las funciones de la célula y del cuerpo humano y con la herencia de enfermedades genéticas o de la predisposición a ellas. A continuación mostramos tres de las enfermedades de mayor avance en los estudios genéticos que tienen un alto grado de factor de herencia: cáncer de mama y/u ovario, Corea de Huntington y Fibrosis quística



5.4 Enfermedades de mayor avance en los estudios genéticos

5.4.1. Cáncer de mama y/u ovario (CM)* . Nombre de los genes asociados "BRCA1, BRCA2" en Europa existe una predisposición genética (mutación de la banda germinal) en aproximadamente un 0.5 – 1% de las mujeres. En el 10% de todos los casos de cáncer de mama se observa una anamnesis familiar positiva, en comparación con el cáncer de mama esporádico, la variante genética es más temprana y más frecuente bilateral. En la variante genética, la edad media de manifestación está en los 45 años.

5.4.1.1. Factores de riesgo Genético BRCA1 o BRCA2* :

- ▶ Las mutaciones en el gen BRCA1 o BRCA2 pueden llevar al desarrollo de un carcinoma de mama o de ovario.
- ▶ Transmisión hereditaria autosómica dominante.
- ▶ En el 80 – 90% de los casos de carcinoma de mama o de ovarios familiares se detectan mutaciones del gen BRCA1
- ▶ En el caso de ser localizado el gen BRCA1, existe durante toda la vida un riesgo del 85% de padecer un carcinoma de mama y del 60% de desarrollar un cáncer de ovario. Frente a ello, el riesgo de por vida de contraer un cáncer de mama esporádico se estima en las mujeres en un 8 – 12%
- ▶ El 45% de todos los carcinomas de mama familiares se deben a mutaciones en el cromosoma 17 (BRCA1) y el 35% a mutaciones en el cromosoma 13 (BRCA2). El 20% restante se explica por la incidencia de genes que aún no han sido hallados.
- ▶ Actualmente se conocen 250 mutaciones diferentes (BRCA1 +BRCA2). Esta heterogeneidad genética podría ser parte determinante de la incidencia variable de las mutaciones BRCA1 y BRCA2.

* Genética Médica, segunda edición, Jorde, Carey, Bamshad, White
Editorial Harcourt



- ▶ Una misma mutación puede llevar en distintos grupos de población probabilidades diferentes de desarrollar un carcinoma de mama.
- ▶ Aún se sabe poco de los procesos de regulación en el interior de los genes que determinan el riesgo de cáncer, tal vez en combinación con factores ambientales.
- ▶ El gen BRCA2 también predispone al cáncer de mama en hombres.
- ▶ Las cifras mencionadas se refieren a situaciones familiares en las que han enfermado numerosos miembros de una misma familia. En aquellas familias con pocos casos de cáncer se ha detectado un número considerablemente menor de mutaciones de BRCA1.

5.4.2. Fibrosis quística (FQ)*.— Nombre del gene asociado "CFTR". Prevalece en la población total: aprox. 1:2,500 (homocigoto); portador heterocigoto 1:25. En consecuencia, es una de las enfermedades hereditarias de transmisión autosómica recesiva más frecuentes entre la población europea. Los portadores heterocigotos son sujetos sanos. La fibrosis quística muestra una sintomatología muy variada. Esto se explica, en parte, por la acusada heterogeneidad genética. La edad media de supervivencia es de 30.6 años en varones y de 28.2 en mujeres.

5.4.2.1. Factores de riesgo Genético Mutación en el CFTR* :

- ▶ Mutación en el CFTR situado en el cromosoma 7
- ▶ Actualmente se conocen más de 700 mutaciones diferentes que dan lugar a la FQ, tanto en homocigotos (la misma mutación del CFTR en ambos cromosomas) como heterocigotos compuestos (diferentes mutaciones del CFTR en ambos cromosomas)
- ▶ Las enormes diferencias en las manifestaciones clínicas de la FQ (insuficiencia pancreática, suficiencia pancreática, limitación a una aplasia del conducto deferente) se explica, en parte, a través de la heterogeneidad genética.

* Genética Médica, segunda edición, Jorde, Carey, Bamshad, White Editorial Harcourt



- ▶ La mutación más frecuente a nivel mundial es F508. en la población europea le corresponde una cuota del 45-87% (Alemania 72.1%) entre todas las mutaciones de Fibrosis quística.

5.4.3. Corea de Huntington (CH). Nombre del gene asociado "CAG". Incidencia en la población 1:10,000–1:20,000. Síntomas característicos: trastornos al andar, trastornos del habla, demencia. Se presenta la muerte después de 10–20 años de evolución de la enfermedad por neumonía, cardiopatía, suicidio. En el 50% de los pacientes los primeros síntomas aparecen entre los 30 y 50 años de edad.

5.4.3.1. Factores de riesgo Genético Mutaciones del gen de CH :

- ▶ Transmisión hereditaria autosómica dominante:
- ▶ Alta penetración:

Hasta los 20 años de edad	ha enfermado aprox. El 2%
Hasta los 30 años de edad	ha enfermado aprox. El 10%
Hasta los 50 años de edad	ha enfermado aprox. El 60%
Hasta los 70 años de edad	ha enfermado aprox. El 95%

En generaciones sucesivas se percibe una tendencia al inicio más temprano de la enfermedad. Por termino medio los descendientes de pacientes varones manifiestan la enfermedad antes que las de mujeres.

- ▶ Mutaciones del gen de CH se ubican en el cromosoma 4. prolongación de un triple nucleótido con la secuencia CAG.
- ▶ Repetición del triplete CAG: se ha observado que la medida de la repetición del triplete CAG muestra una correlación inversa con la edad de manifestación, cuanto más largos sean los tripletes CAG mas temprana es la aparición de la enfermedad. Sin embargo, no parece que sea posible establecer una predicción



individual. Según el nivel actual de la ciencia se establecen las siguientes consideraciones:

- ≤ 31 tripletes CAG: probable que CH no se manifieste
- 32-38 tripletes CAG: zona intermedia con menor penetración
- ≥ 39 tripletes de CAG: alta probabilidad de manifestar CH

Como se puede observar en la identificación de las alteraciones de secuencia del genoma asociadas a las enfermedades de cáncer de mama, fibrosis quística y Corea de Huntington las pruebas genéticas nos pueden ayudar a determinar la propensión a diferentes enfermedades. Se piensa que en algunos años contaremos con un catálogo de mutaciones para muchas enfermedades comunes y para sus implicaciones clínicas.

El desarrollo de los estudios genómicos nos permitirá, en el futuro, implementar el diagnóstico presintomático en un variedad amplia de enfermedades de alto factor de riesgo asegurable como la diabetes, la hipertensión o las enfermedades cardiovasculares y gracias a los marcadores específicos, podremos identificar el tipo de complicaciones que podrá desarrollar y además, los médicos podrán pronosticar las diversas respuestas al tratamiento que pueden esperar en distintos subgrupos de pacientes. Así por ejemplo, no todos los pacientes diabéticos desarrollan el mismo tipo de complicaciones, hay algunos que desarrollan enfermedades renales, otros desarrollan ceguera, y otros más que desarrollan neuropatía periférica. Si pudiéramos anticiparnos a definir que marcadores moleculares podemos asignar a cada una de estas complicaciones sería más fácil el seguimiento y tratamiento preventivo de las mismas.

Para el año 2000 existían ya más de 170 protocolos relacionados con diferentes tratamientos para el cáncer, el sida, la fibrosis quística y otras enfermedades, la mayor parte de ellos desarrollados en los Estados Unidos de América. En donde se han dado importantes debates éticos y legales que se han traducido en nuevas reglamentaciones



jurídicas sobre la materia en este y otros países, y uno de esos campos es el de los seguros de vida. Habrá que hacer reflexiones importantes, sobre la implicaciones de estos conocimientos y su repercusión sobre distintos aspectos, médicos, éticos, sociales y en particular de seguros





Capítulo VI

Genética y aseguradoras

A continuación presentamos los problemas y la situación actual que guarda el debate que se lleva a cabo a nivel mundial del uso y el manejo de los resultados genéticos y de los interrogatorios aplicados a la selección de riesgos. En los seguros las coberturas relacionadas con el estado de salud de las personas son: fallecimiento por enfermedad, cobertura de invalidez total y permanente a consecuencia de una enfermedad y, por supuesto, las coberturas relacionadas a los gastos médicos

Plantaremos la problemática legal y los aspectos de confidencialidad respecto a la privacidad de dichas pruebas, al final encontraremos nuestras conclusiones al tema. Y es que la información genética de una persona podría ser descubierta por otra persona sin su consentimiento y después usada en su contra, por lo que de forma general existe la conciencia de establecer las medidas adecuadas para proteger "la privacidad genética".

Un importante motivo de preocupación cuando se disponga de información genética es la forma en que afecta la posibilidad de ser asegurado. El principio básico de los sistemas de seguros consiste en compartir los riesgos y anticipar los costos a partir de predicciones actuariales basadas en la población. De acuerdo con los resultados obtenidos hasta el momento, las compañías aseguradoras considerarán factores como la edad, sexo, peso, presencia o ausencia de diabetes o hipertensión y tabaquismo, alcohol y otros. Cada uno de estos factores influye en la posibilidad estadística de que aparezcan complicaciones pagables por la compañía. No tomar en cuenta estos factores sería algo irresponsable desde el punto de vista del asegurador, que tiene obligaciones ante quienes contratan el seguro y la comunidad en su conjunto, con quienes tiene como primer compromiso mantener una solvencia en tiempos difíciles. No obstante, desde el punto de vista del individuo, estas consideraciones se pueden interpretar de una manera



distinta. Prácticamente nadie estaría a favor de exigir un monto de seguro mayor para un octogenario que la misma cobertura para una persona de 20 años (debido a que el asegurado tiene mayor probabilidad de "acumular" y un periodo más corto para pagar la cobertura).

En este contexto, el "riesgo genético" tiene características poco habituales. En primer lugar, en muchos casos no se puede identificar mediante criterios clínicos convencionales. En especial, las enfermedades de inicio tardío multifactoriales como la hipertensión, diabetes de inicio en la edad adulta, cánceres de colon y mama y manifestaciones atípicas (mutaciones) de fibrosis quística, no presentan signos identificables en la exploración física ni otros datos que alerten sobre su presencia por el interrogatorio. Sin duda, dichas afecciones influyen sobre el riesgo de enfermedad y muerte, como ya se discutió en los capítulos anteriores. La objeción que surge radica en que los sujetos identificados con un riesgo no tendrán la posibilidad de cotizar un seguro de vida debido a que ya están identificados (o, dicho de otra manera, el costo sería muy alto), lo cual resultaría "discriminatorio" o "imposible de pagar". La otra perspectiva supone que la incapacidad para detectar y tomar las medidas pertinentes para los individuos de alto riesgo aumentaría el costo de los seguros para aquellos que tienen menor riesgo.

La decisión tomada en los órganos legislativos de varios estados de EUA es la de evitar que la información genética se considere un criterio para asegurar a las personas. Aunque ésta es ciertamente la estrategia más justa, dado que todo individuo que posea el mismo riesgo tendrá que cotizar de manera similar, es evidente que la información mencionada antes es equivalente a un fenómeno de "sin preguntas, sin respuestas", considerado en otras áreas. Aunque esta es la solución más sencilla por el momento, puede tener un efecto negativo al impedir que se identifique a aquellos grupos con un riesgo mayor para enfermedades graves, prevenibles o presintomáticas. Es atributo de la prueba y su poder predictivo que este último grupo incluya a individuos que tienen muchas posibilidades de ser beneficiados si se identifican sus



enfermedades en comparación con aquellos que se niegan o tienen el temor a someterse a la prueba. En estos casos existe la obligación de considerar nuevas perspectivas de manera muy cuidadosa conforme a los estudios de nivel poblacional y los de detección que se utilicen con mayor amplitud, sobre todo cuando se trate de reconocer problemas de aparición tardía.

6. Indicadores de los interrogatorios (Test) Genéticos

El interrogatorio genético es un proceso mediante el cual se obtiene información de la persona acerca de un padecimiento genético específico, su factor de herencia, así como la posibilidad de obtener información de enfermedades. La discusión de la confidencialidad del interrogatorio es la base del debate, debido a su aportación a la detección de padecimientos y enfermedades se discute si este debe ser comunicado por una aseguradora, debido a que la interpretación de las pruebas deben ser comunicadas por un experto en la genética humana, por las complicaciones médicas, sociales y económicas que esto conlleva.

A continuación se muestran los usos más comunes de los interrogatorios genéticos, utilizados sobre todo para el pronóstico de posibles enfermedades y tratamientos preventivos. Hasta el momento éstos no han sido utilizados en la selección de riesgos de seguros, pero su aportación a la detección de enfermedades nos abre las puertas para el debate.

En la actualidad uno de los usos más frecuentes del asesoramiento genético es el *Diagnóstico prenatal*. En la mayoría de los casos, uno de los progenitores, un hijo común u otra persona del círculo familiar próximo o más lejano está afectado por una enfermedad posiblemente hereditaria. Los padres buscan entonces información y claridad sobre el riesgo para un hijo de padecer dicha enfermedad o anomalía. Otra causa para recurrir al asesoramiento genético consiste en la edad algo avanzada de la madre, abortos previos o matrimonios consanguíneos. Una mayor edad materna como



factor de riesgo para un anomalía cromosómica, en especial para el síndrome de Down, sigue siendo el uso más frecuente para la realización del diagnóstico prenatal.

La segunda razón de peso para acudir a un asesoramiento genético consiste en examinar la predisposición genética centrándose no en un hijo que vaya a nacer, sino en el propio interesado que busca consejo o *diagnóstico preclínico*. En la mayoría de los casos se ha manifestado en la familia o en los parientes cercanos una determinada enfermedad hereditaria y la persona que acude a la consulta desea ser informada sobre el riesgo que corre ella misma de expresar más adelante dicha enfermedad. Aquí se trata, por regla general, de enfermedades hereditarias monogénicas, pudiéndose verificar la predisposición a la misma por la existencia de una mutación especial, cabe suponer que en el futuro existirán interrogatorios (test) génicos en los que se estudien de forma indiscriminada grupos enteros de población para determinar su predisposición a contraer una enfermedad multifactorial como la cardiopatía coronaria. Sin embargo, este tipo de estudios todavía no llegan a la población en general debido a su costo.

Los test génicos amplían las posibilidades de la medicina preventiva. Esto significa que en algunas mutaciones del material genético humano se podrá establecer una predicción acerca de la probabilidad de que se manifieste una determinada enfermedad que es objeto del reconocimiento concreto del paciente que acude a la consulta.



Test Genético

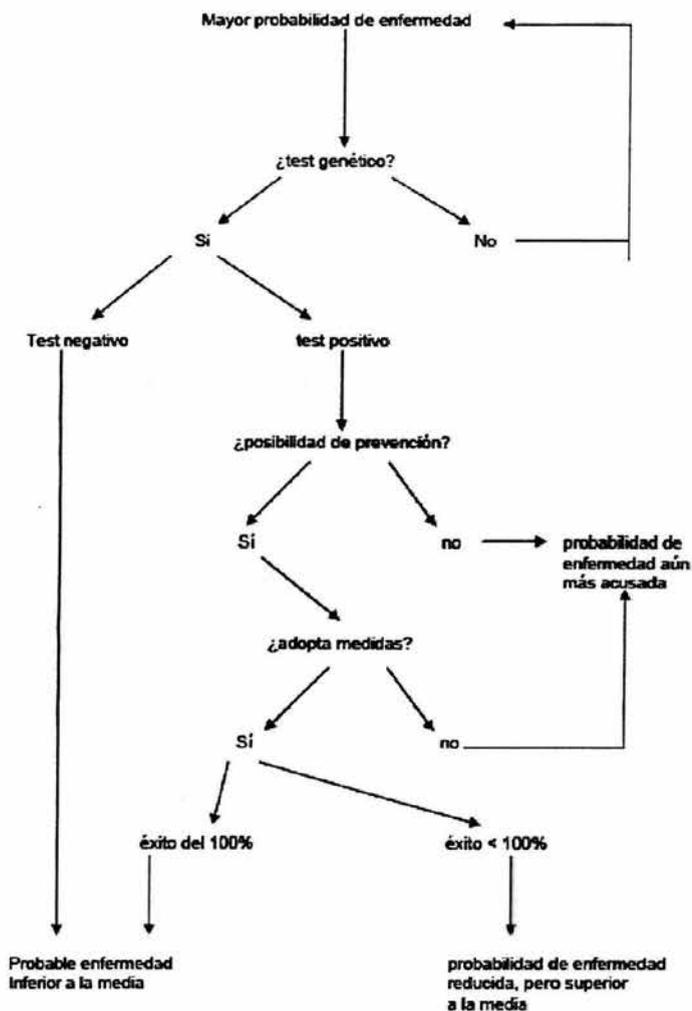


Figura 6.49

* Genética Fundamento de la medicina en el siglo XXI, Una introducción sobre genes, enfermedades y test genéticos
 Dr. Achim Regenauer, Médico jefe de la Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, y profesor dr. Jörg Schmidke, Director del Institut für humangenetik, de la facultad de Medicina de Hannover.
 1999



6.1. Diferencia entre un interrogatorio génico y uno convencional

La diferencia entre ambos interrogatorios radica en la intención de los mismos, es decir, mientras que el interrogatorio convencional es requerido por una institución aseguradora para hacer su selección de riesgos, el interrogatorio génico se elabora voluntariamente por recomendación de un genetista, debido a la sospecha de un padecimiento con factor de riesgo hereditario o la sospecha de una enfermedad monogénica; en México, se les practica a todos los recién nacidos un estudio genético con el objeto de saber si padecen hipotiroidismo congénito, ya que con medicación apropiada se evita el retraso mental profundo propio de la enfermedad.

Dichos interrogatorios nos permitan segmentar a la población en dos grupos, los sanos y los enfermos. Ahora, después de la aparición de los interrogatorios génicos tenemos una división más, los sanos que a través de los interrogatorios y pruebas genéticas saben que desarrollarán una enfermedad X a la edad Z y que morirán a la edad Y. Desde el punto de vista de los seguros, se podría presentar el caso de que una persona con estas características pueda tomar ventaja y contratar un seguro, sabiendo que se manifestará una cierta enfermedad y el periodo de vida probable que le queda, es decir, contará con información privilegiada que influye directamente en su esperanza de vida, su salud o la probabilidad de presentar una incapacidad total y permanente, así como la cobertura de pólizas de los gastos médicos para el tratamiento de la enfermedad y su posible curación, a esto se le suma que las pruebas genéticas tienen un alto grado de confidencialidad, debido a que dentro de los lineamientos éticos de la genética publicados por la OMS se estipula que los resultados se le informan a la persona y cónyuge del afectado, y entonces surgen las siguientes preguntas que nos debemos de hacer:

¿Puede un asegurador exigir cierto interrogatorio?

¿Puede un médico obligar a un paciente a someterse a pruebas genéticas?

¿Puede un médico hacer cierto interrogatorio genético sin informar al paciente?

¿Si se hace un interrogatorio, quien tiene derecho en conocer los resultados?



Estos son algunos ejemplos de las preguntas que debemos de resolver en corto tiempo, ya que los avances en esta materia son muy importantes, además de lo anterior debemos de establecer un marco jurídico que nos permita reglamentar de forma eficiente.

6.2. Aspectos éticos del proyecto del genoma humano

Al aumentar considerablemente los resultados de las pruebas médicas en la genética, pronto ya se podrán diagnosticar enfermedades mendelianas sencillas donde la presencia o no de las enfermedades dependerá de la acción de un sólo gen y se identificarán genes de susceptibilidad que desarrollan una serie de enfermedades frecuentes como la diabetes, el cáncer, la hipertensión arterial, entre otras, y las de más de un gen, que pueden o no interactuar con el medio ambiente que los rodea. Por lo que resulta necesario establecer lineamientos de los resultados, estudios y comunicación de los mismos, para las personas que se les practicó una prueba genética, sus familiares, cónyuges e hijos. Para tal efecto la OMS ha publicado en 1998, en Ginebra, las *Propuestas de guías internacionales sobre temas éticos en la práctica de la genética médica y el otorgamiento de servicios* cuyos principios éticos son:

1. Respeto a la autonomía de las personas
2. El principio de beneficencia que obliga a estar a favor de las personas, buscando su máximo beneficio.
3. El principio de la no maleficencia que es la obligación de buscar no dañar a las personas.

6.3. Aspectos jurídicos

De acuerdo con los estudios de la doctora Marcia Muñoz Alba del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM estamos en el nacimiento del derecho genómico y pregunta, ¿cuál es el bien jurídico a proteger? Tal cuestionamiento ha traído diversas directrices e ideas sobre el uso ético y legal de la información genética, de acuerdo con la Ethical, Legal and Social Implications (ELSI) el primer principio básico consiste en proteger la dignidad y los derechos fundamentales de la persona ante el manejo de la



información genética. La razón última tanto de la medicina como del derecho es la persona humana; como sabemos el término de *persona* es un término equívoco, ya que hay diversos conceptos para el mismo vocablo, desde el punto de vista jurídico la persona la definimos como un centro de imputación de derechos y obligaciones.

En el sistema jurídico mexicano existen nuevas categorías que han venido a modificar el concepto de persona; efectivamente los avances de la ciencia han llevado al reconocimiento de la categoría de personas al embrión, o al preembrión y de los que tienen muerte cerebral. Esto, como podemos intuir, tiene importancia para las consideraciones, tanto del derecho en general como del derecho genómico

La información genética tiene tres características fundamentales: es nominativa, de filiación y de naturaleza predictiva. Es nominativa porque identifica a una persona de otra. Cada individuo tiene una huella genética que lo identifica de manera personal: ningún ser humano tiene, exactamente, el mismo código genético que otro ser humano. Es información de filiación porque la información genética revela la relación que existe con las personas de un grupo: si hubiera alguien relacionado con él, lo identificaría. Y por último, la información genética es predictiva ya que nos informa lo que puede suceder con el sujeto en términos de salud. La potencialidad y los riesgos de la información genética son enormes, como se puede comprender. Una huella genética se identifica a partir de nuestra saliva, de nuestro pelo, de nuestra sangre, de nuestras uñas, de una pestaña... de cualquier parte de nuestro cuerpo. A partir de esta información genética se puede conocer el pasado, el presente y el futuro de un individuo: de ahí la potencialidad y el riesgo que existe con el manejo de esta información; de ahí la gran preocupación que tenemos de proteger adecuadamente el uso de la información genética. En todos aquellos lugares en donde encontramos al individuo y ejerce su dignidad deberá haber una reforma jurídica que lo proteja.

La doctora Muñoz* de Alba cita que en México estas reformas tendrían que estar en el derecho público, en el derecho privado y en el derecho social.



6.3.1. Derecho público

6.3.1.1. Derecho constitucional.- En el marco jurídico internacional existen diversos antecedentes. En el derecho comparado constitucional podemos encontrar ya la existencia de Estados que han regulado el uso de la información nominativa. Ante la creación de las bases de datos y sistemas de información, diferentes países han optado por darle un marco jurídico al manejo de datos personales; protegen al individuo con relación al uso de la información. En esta línea de ideas en 1984 la Unión Europea firmó el Convenio de Estrasburgo para la protección de las personas con respecto al tratamiento automatizado de datos personales. En el derecho público, de varios países de Europa, se han creado instancias para la resolución de controversias, donde el sujeto puede pedir que sus datos sean eliminados de un archivo de información, o bien, que su información se actualice. Puede solicitar información acerca de quién está manejando la información, de cómo lo hace y durante cuánto tiempo la va a manejar, este derecho fue denominado en España como derecho de autodeterminación informativa, que incluso ha consagrado a nivel constitucional. En América Latina varios países han reconocido el derecho a la autodeterminación informativa en sus Cartas Magnas, sin embargo, en estos países han tomado la vía judicial para proteger el derecho a la privacidad. Este recurso protege al ciudadano frente al mal uso de los datos personales.

En México existe una propuesta de ley sobre el manejo de información pública y se trabaja para crear una Comisión de Información para la protección de la información pública. Pero se nos ha olvidado que detrás de toda información individual hay información sobre las personas. Nosotros estimamos que reformar la Constitución reglamentando el manejo de información nominativa, respetando y garantizando los derechos de privacidad, pondría a nuestro país en la plataforma de aquellos llamados democráticos, donde se garantiza y salvaguarda el derecho a la privacidad. El



argumento básico en el ámbito de la salud es que se trata de información de naturaleza sensible y que debe ser protegida por el derecho a la privacidad.

6.3.1.2. Derecho administrativo.- Es el que regula las normas del Estado como prestador de servicios, en este caso, el servicio de salud se encuentra regulado en la Ley General de Salud, que en su artículo 32 define lo que es un expediente clínico.

Por otra parte en el reglamento de servicios del ISSSTE se define lo que es un expediente médico y se dice que es propiedad de la institución, la que debe guardarlo por cinco años. En la nueva Ley del IMSS se contempla incorporar al sector privado en la prestación de la seguridad social y hay un artículo muy riesgoso que es sobre el expediente electrónico médico único. Esto implica que habría que hacer un código de barras o un archivo donde esté toda la historia clínica del individuo. El problema de esto consiste en que, como no hay una norma adecuada, persisten graves riesgos en el manejo de la información automática de los bancos de datos.

Pero, en el caso de la práctica de la clínica privada, existen normas generales que definen como manejar las bases de datos y/o la información de la salud. Cada institución de salud privada tiene sus propios reglamentos que rigen como conducir sus expedientes, así como los derechos que gozan los usuarios y pacientes para requerir información. En opinión de la doctora Muñoz debería de existir una normatividad general, en la que interviniera la Secretaría de Salud, para reglamentar estos aspectos.

Para la Ley General de Salud de 1997, se consideran productos biotecnológicos, aquellos alimentos, ingredientes, aditivos, materias primas, insumos para la salud, plaguicidas, sustancias tóxicas o peligrosas, y sus derechos, en cuyo proceso intervengan organismos vivos o parte de ellos, modificados por técnica tradicional o ingeniería genética.



Como podemos ver entonces, no existen normas sobre el manejo de datos personales, de células, de tejidos, e incluso de embriones. Existen requerimientos de tipo sanitario pero hay una omisión absoluta sobre los derechos de los pacientes y el donador; sobre la confidencialidad de la información; sobre el tema del resguardo de las células; sobre el destino de la investigación y otras normas. En últimas fechas se han hecho propuestas legislativas tanto en la Cámara de Diputados, como en la Asamblea del Distrito Federal, pero aún se encuentran en discusión.

6.3.1.3. Derecho penal.- Desde hace varios años la criminología ha tenido que ver con el uso de las huellas genéticas. En algunos países europeos existen bancos de datos genéticos para el uso público, es decir, creados por el Estado. Argentina es el único país latinoamericano que cuenta con un Banco Nacional de Datos Genéticos y con una ley específica que reglamenta su uso. Éste se estableció para determinar la filiación de las personas y para saber cuál era su origen.

6.3.2. Derecho privado

6.3.2.1. Derecho civil.- En este campo se han utilizado pruebas genéticas desde hace algún tiempo. Una de sus aplicaciones es en la filiación cuando, por ejemplo, los padres llegan a incumplir sus obligaciones, o para determinar la paternidad. Existe un debate en torno a si se puede o no obligar a un individuo a realizar una prueba genética. Hay quienes se oponen, por considerar que significa atentar contra la integridad del hombre, contra su cuerpo. Por otro lado, existen además otro tipo de consideraciones, ya que para realizar la prueba de manera adecuada tenemos que conocer a los laboratorios que tienen la capacidad científica para efectuarla y elaborar un registro de estos laboratorios. Además, existe otra consideración jurídica: el valor probatorio del ADN. Hasta ahora el juez no está obligado a tomar como válida esta prueba, aunque muchos la aceptan. Todos estos elementos tendrán que ser normados por nuestra legislación.



6.3.2.2. Derecho mercantil.- Es el conjunto de normas que regulan las relaciones entre los individuos en el ámbito comercial. Esta es, en consecuencia, una de las ramas del derecho donde las repercusiones del uso de la información genómica pueden cobrar una mayor potencialidad: el ramo de los seguros se verá revolucionado con dicha información. En este renglón el riesgo que vemos se encuentra en el manejo de la información genética por un tercero: el consentimiento de la información y la no discriminación son los principios que deberán regir el uso de esta información.

Los seguros, tanto médicos como de vida, tienen como base el principio del riesgo. La mayor parte de las enfermedades tienen un componente genético. En un escenario de privatización de la atención médica estas cuestiones adquieren una gran importancia, ya que los seguros consideran la existencia de condiciones preexistentes como causal para no pagar; y las condiciones genéticas son preexistentes.

6.3.3. Derecho social

En el ámbito del derecho social se considera a la rama del derecho laboral. La Ley Federal del Trabajo, en su artículo 134 habla de la obligación del trabajador de someterse a exámenes y reconocimientos médicos. Un examen médico no es igual a un examen genético... pero eso puede llegar a cambiar. Ahora estamos desarrollando la medicina genómica que es una medicina individualizada, pensada en un sujeto, en un perfil genético: tiene grandes atractivos pero también graves consecuencias que debemos prevenir. Pensemos, por ejemplo en el caso de un trabajador que, genéticamente, tenga la susceptibilidad para desarrollar determinada enfermedad. Solicita empleo y la empresa le pide información sobre su perfil genético. Las condiciones de trabajo, combinadas con la susceptibilidad del trabajador, podrían llevarlo a incrementar los riesgos, o a disminuir el plazo para desarrollar dicha enfermedad. ¿Qué hace la empresa?, ¿lo contrata aceptando los riesgos de una eventual demanda?, ¿no lo contrata y se enfrenta a una demanda de discriminación?, ¿informa al trabajador de los resultados de las pruebas o no le dice nada? Todas estas consideraciones tendrán que ser reguladas jurídicamente. El seguro tiene sus propios



jurídicos, pero los avances de la medicina genómica representan para el derecho un enorme reto en términos de justicia social.

6.4. Genética y aseguradoras:

Situación Mundial

Hay varios esfuerzos en muchos países por regular, e incluso prohibir, cualquier uso de datos genéticos en el seguro de vida y el seguro de salud. A continuación se muestran los avances más notables en diferentes partes del mundo: el paisaje refleja sólo el estado actual, el cual es muy cambiante, quizás aún más rápido que el paisaje médico en el progreso de la genética. Para los propósitos de esta discusión el término "seguro de vida" debe interpretarse como seguro de vida, invalidez y seguro de enfermedades críticas o graves.

6.4.1. Reino Unido.

El Reino Unido está considerado como uno de los puntos claves en el desarrollo de esta industria, primero por sus valiosas aportaciones e investigaciones en el campo técnico; segundo, por contar con un mercado bien definido y reglamentado, y tercero por tener uno de los mercados de reaseguro más importantes del mundo, y en este tema no podría ser diferente, ya que es en donde se está llevado a cabo la discusión más amplia en relación al uso de los estudios genéticos.

El uso de información genética para instituciones aseguradoras ha probado ser uno de los más controversiales asuntos cubiertos en el último ejercicio de la Human Genetics Comisión (HGC) del Reino Unido, en donde varias organizaciones se han pronunciado por la completa prohibición del uso de información genética para las compañías aseguradoras, y es que la continua revolución genética promete mejorar dramáticamente nuestra habilidad para detectar alguna enfermedad en una etapa temprana y al mismo tiempo para detectar la predisposición genética para algunos



padecimientos el cual podría ayudar a algunos individuos a tomar medidas preventivas para reducir consecuencias de enfermedades o inclusive a eliminar su aparición.

Sin embargo, desde 1997 las compañías aseguradoras bajo un análisis reflexivo de regulación determinaron crear la figura de un Regulador Clínico Genetista encargado de desarrollar y determinar las políticas de selección de riesgos con el fin de establecer los criterios para la contratación de las pólizas de vida; después de varios debates se a determinado empezar con los seguros de vida vinculados a un crédito hipotecario de más de 100 000 libras. Dicha política fue reafirmada en 1999 y revisada en diciembre de 2001; al mismo tiempo la Association of British Insurers (ABI) emitió un código genético de práctica con el cual da seguridad en mucha áreas concernientes.

En 1998 el gobierno británico fundó su Comité de Genética y Aseguradoras para evaluar la evidencia científica en el uso específico de exámenes genéticos para las compañías aseguradoras. Dicho comité estudió el uso de exámenes individuales para tipos particulares de asegurados, como lo son: vida entera, de enfermedades graves y *long term care*. Resultado de dicho estudio es la política que especifica que sólo los exámenes aprobados por el Comité de Genética y Aseguradoras, podrían usar a partir de octubre del año 2000 exámenes genéticos para la enfermedad de Huntington dando una opinión de primas para la política del seguro de vida. El uso de pruebas genéticas para detectar los principios de enfermedades como son Alzheimer y enfermedades hereditarias como cáncer de mama y cáncer de matriz han estado también bajo discusión.

El punto central de la discusión está alrededor de la discriminación y privacidad de la información genética, por ello en desde 1996 las leyes británicas prohíben la discriminación genética en contra de trabajadores con base en su estado de salud actual o en una predisposición a una enfermedad en particular la cual fue basada en una información de carácter genético.



En noviembre de 2001 las compañías aseguradoras y el Gobierno Británico acordaron cinco años de extensión moratoria al acuerdo de mayo del mismo año, en el uso de resultados de exámenes de ADN con fines de suscripción de riesgo para el seguro de vida y de gastos médicos.

El acuerdo con la Asociación Británica de Aseguradores, la cual representa la mayor parte de aseguradoras en el Reino Unido, impone una moratoria de cinco años en el uso general de resultados de exámenes genéticos por aseguradoras desde noviembre del 2001, excepto en circunstancias específicas. Resultados de exámenes genéticos serán utilizados sólo cuando sean autorizados por el gobierno y Comité de Aseguradoras, dichos estudios están clasificados en dos categorías: la primera va de 300 000 libras (434 000 dólares) a 499 999 libras y, la segunda, para seguros de vida por una suma asegurada superior a las 500 000 Libras (724 000 dólares). El acuerdo incluye una prohibición para la reconsideración de de estos límites después de tres años. Mary Francis, directora general de la Asociación Independiente de Aseguradores, dijo que: "este acuerdo les permitirá tener una racionada e informada discusión acerca de la mejor manera de continuar los estudios de genética en los seguros para el Reino Unido".

Aseguradoras, el público y el Parlamento, tienen muchas dudas muy comprensibles acerca del uso de resultados genéticos; existe una compleja telaraña en este asunto, incluyendo como foco principal a la industria aseguradora. Como hemos visto, el cuestionamiento primario es si las aseguradoras deben o no tener acceso a la información genética de los posibles asegurados. Al respecto, Helena Kennedy, jefe de la Industria Humana Genética, dijo que "es importante que el tema de la genética en los seguros cuente con la suficiente transparencia para que el público en general se sienta seguro y podamos continuar con nuestro trabajo". Al respecto la Asociación de Consumidores, una organización que representa a los clientes del Reino Unido, señaló que "la imposición moratoria provee un útil retraso en el uso de información genética para propósitos de aseguradoras", sin embargo, señala que dicha imposición fue por



propia regulación de la Asociación Británica y sugiere que un mecanismo independiente podría ser mucho más apropiado. La Asociación de Consumidores piensa que a largo plazo una correcta prohibición podría y debería ser considerada. Esto puede frenar el desarrollo de la primera base de datos voluntaria en ese país propuesta por el Consejo de Investigación Médica del Reino Unido la cual será usada, en principio, para el estudio de enfermedades cardiovasculares, cáncer, enfermedades respiratorias, desordenes metabólicos, padecimientos neurológicos y enfermedades psiquiátricas que principalmente afectan a personas en edad media y avanzada.

La base de datos será conocida como "La colección biomédica de población del Reino Unido" la cual fue aprobada en una reunión del Colegio Real de Físicos por más de 150 científicos representando la disciplina Epidemiología Genética. La prueba consiste en muestra de sangre e información de estilo de vida de un total de 500 000 voluntarios, de acuerdo con el profesor Tom Meade, presidente del trabajo, experto en grupos y recientemente creador del protocolo de desarrollo en grupo, será el encargado del reclutamiento de científicos encargados de los centros regionales del levantamiento de información a lo largo del territorio. Dicha base de datos será supervisada y vigilada por el consejo de investigación médica y el departamento de salud. La intención es tener un estudio piloto para el 2002, se estima que llevará cinco años el levantamiento del medio millón de estudios de los voluntarios con edades entre los 45 y 64 años, muchos de ellos serán atendidos por su médico general, y por la Unión de Enfermeras, para recolectar las muestras de sangre y datos de estilo de vida, una vez reunidos ambos datos se estudiará la interacción de los genes y factores del medio ambiente.

Este importante esfuerzo para conocer las características genéticas de la población considera cuatro aspectos importantes a destacar, primero toda la información será tratada en la más estricta confidencialidad, segundo los datos recolectados no serán autorizados para ninguna compañía privada farmacéutica y biotecnológica. Tercera, cada voluntario tendrá que dar su explícito consentimiento para la información que ellos provean, para ser usada con un amplio propósito, por último, los datos



permanecerán **anónimos** y no será posible identificar bases de datos utilizadas por las compañías **aseguradoras**. Por su parte las aseguradoras han prometido no usar resultados de **exámenes** genéticos obtenidos del proyecto de investigación para calcular primas de seguros. La Asociación de Aseguradoras Británica y la Sociedad Británica para la Genética Humana, declararon su posición para asegurarse de que el público no sea **disuadido** de no participar en la investigación.

En otros estados se han pronunciado de diferentes formas, Holanda y algunos estados de la **Unión Americana** han legislado las restricciones del uso de información genética para compañías aseguradoras. Suecia ha alcanzado un acuerdo con la federación sueca de aseguradoras y el gobierno de Alemania llevó a cabo una comisión para la investigación conjunta dentro de la Ley de Ética en medicina moderna la cual considera el **tema**. A pesar de estas propuestas diferentes hay algunas similitudes existentes, **por ejemplo**, las aseguradoras no deberán practicar test genéticos para otorgar un **seguro**, ambas políticas también determinan un límite mínimo a partir del cual pueden **hacer** uso de las pruebas genéticas. Sin embargo, los suecos no tomarán en cuenta el **historial** medico familiar como determinante para la suscripción del riesgo.

6.4.2. Francia

La legislación de Francia en este campo es restrictiva y es que constantemente anuncia las prohibiciones. Un ejemplo es el artículo de Cobertura de Enfermedad Universal, en particular en su sección 5, titulado "Social y modernización de salud". Cualquier uso de comprobación genética por las compañías de seguros complementarios y seguros de salud se **prohíbe**. Según el artículo, todas las instituciones aseguradoras no "pueden tomar en cuenta los resultados de un estudio genético de las características de una persona que **pide** el beneficio de la cobertura de salud adicional, aún cuando esos resultados los **proporcione** el mismo proponente. Es más, ellos no pueden hacer ninguna **pregunta** relacionada con pruebas genéticas y sus resultados



Las recomendaciones de la Asociación de Aseguradores británicos (antes mencionadas) y sus esfuerzos al evaluar las pruebas genéticas también están despertando el interés considerable en Francia, pero finalmente tal acercamiento todavía no existe y persiste la "prohibición". La oposición fuerte de las autoridades parlamentarias y médicas (la Asociación Médica) piden esperar para cualquier apertura a las pruebas genéticas en el sector asegurador.

Independientemente de la situación del legislativo, la Federación francesa de las Compañías de Seguros (FFSA) anunció que desde 1994 sus miembros se pronunciaron por no usar la información genética (los resultados de la prueba, desventajosos o favorables) para determinar los seguros de las personas. Esta moratoria expiró después de un término de cinco años y ha sido extendida para otro periodo de cinco años más, es decir, hasta el año 2004.

El público no es muy consciente del problema que considera la comprobación genética en el seguro. La inmensa mayoría no sabe nada sobre él o tiene sólo conocimiento superficial. Si ellos saben algo sobre la comprobación genética, sólo ha sido en el sentido de las enfermedades familiares o predisposición que los afectan más o menos directamente, o a través de transmisiones de la televisión que popularizan la ciencia.

6.4.3. Alemania

Desde 1998 Alemania declaró que "la genética en el seguro de vida y el seguro de salud queda estrictamente prohibida". El Ministerio de Salud ha establecido una lista de asesores para la discusión ética de cómo se deben utilizar las pruebas genéticas, entre otras cosas, destaca también que el tratamiento preventivo o terapéutico no es posible, a saber de los miembros del Ministerio de Salud, el Ministerio de Justicia y el Ministerio de Investigación y Educación. Este cuerpo legal es el encargado de establecer las políticas para las aseguradoras. Primero establecieron los contactos entre la Asociación



de las Compañías de Seguros de Alemania (el Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft [GDV]) y el gobierno.

Desde los años 80, la Asociación de las Compañías de Seguros de Alemania (GDV), e incluso las aseguradoras de vida y la Asociación del Salud Privada del Seguro (el Verband der privaten Krankenversicherung [PKV]), han estado de acuerdo en no pedir las pruebas genéticas o establecerlas como un requisito para la contratación de un seguro. Sin embargo, pruebas genéticas que ya se hayan practicado los proponentes anteriormente a una solicitud de seguro tienen que ser declaradas como cualquier otro dato médico. Este acuerdo no está limitado por una fecha de vencimiento; al contrario, se explica explícitamente que continuará siendo válido en el futuro. El público y los medios de comunicación ignoraron esta moratoria, sintiéndose amenazados por la legislación pendiente por parte del gobierno y del Concilio de Europa.

6.4.4. Los Países Bajos

Bajo una moratoria en comprobación genética que involucra la vida y el seguro de invalidez, las aseguradoras han declarado que los solicitantes para seguro no necesitan proporcionar resultados de comprobación genética. No en los casos que estén debajo de los "límites de la aprobación" (que son actualmente NLG 300 000 [el aproximado de US \$130 000] para seguro de vida; para seguro de invalidez el límite es de NLG 60 000 (el aproximado de US \$26 000) para el primer año riesgo y NLG 40 000 (aproximadamente US \$18 000) para el riesgo del año subsiguiente); sin embargo, cualquiera que ya tiene los síntomas asociados con una enfermedad hereditaria tiene que declarar esto.

Debajo de los "límites de la aprobación" ningún proponente se hará las pruebas de detección de enfermedades hereditarias por comprobación. Esta moratoria puede ser unilateralmente, por así llamarla, con un periodo de espera de un mínimo de dos años, la política acerca de la no aplicación de pruebas de comprobación genética y preguntas de comprobación genética están siendo analizadas por los legisladores.



En la actualidad, no existe una conciencia de hasta dónde los aspectos genéticos pueden llegar a afectar la vida de los ciudadanos y la situación actual parece ser aceptada igualmente por políticos y público en general. Los comentarios esporádicos en las genéticas y seguros están apareciendo gradualmente en la prensa. En los recientes meses, varios artículos en las genéticas con un acercamiento médico-científico o médico-social han aparecido en la literatura médica (NTvG" y Medisch Contact). La expectativa es principalmente en el futuro cercano la base genética de sensibilidad (o no) a las drogas y los efectos de esto en el producto del testamento público general, las primeras consecuencias notables del crecimiento rápido de conocimiento en el campo de genéticas. Excepto en los simposios ocasionales, los aspectos de los seguros consiguen una mención casi nula en los medios de comunicación holandeses.

En los Países Bajos, el público parece ser renuente a "sufrir la comprobación" genética. Esto es probablemente debido a la política acerca de la actuación de pruebas genéticas ya descrita. La expectativa es que cuando el público comprenda que todos, a un grado mayor o menor, tenemos una cierta predisposición genética para una gama amplia de padecimientos o enfermedades serán aceptadas, mientras tanto la incertidumbre o el miedo de las pruebas genéticas prevalece y son rechazadas.

6.4.5. España

El Magistrado de la Audiencia Nacional, José Antonio Choclán Montalvo, dice que "el ambicioso objetivo del hombre por el conocimiento en la práctica de la genética puede dar lugar a múltiples factores de discriminación", aunque en el Reino Unido las compañías de seguros pretenden incrementar la prima para aquellos sujetos "genéticamente débiles" como principio general, en el Convenio de los Derechos Humanos y la Biomedicina, conocido como Convenio de Asturias, se establece la prohibición de cualquier forma de discriminación de la persona por causa de su herencia genética.



En el IV Curso sobre el Código Penal y el Contrato del Seguro organizado en Madrid, José Antonio Choclán afirmó que aunque la legislación internacional prohíbe toda manipulación genética del genoma humano susceptible de transmisión hereditaria, y desde luego la técnica de la clonación de seres humanos "no toda manipulación está prohibida, sino que se autoriza el estudio con el fin de evitar enfermedades hereditarias graves".

6.4.6. Suecia

En 1999 el Estado sueco y la Federación del Seguro sueco concluyeron un acuerdo que regula la aplicación de pruebas genéticas para el seguro de vida y el seguro de salud. Los puntos importantes de este acuerdo son:

1. Ninguna prueba genética puede hacerse como una condición por contratar un seguro o para la extensión de los contratos de los seguros ya existentes.
2. Pruebas Genéticas que se hayan realizado y/o historia de la familia sobre las enfermedades hereditarias no serán consideradas en la valoración de riesgo a menos que la suma total asegurado de vida excede 15 veces el precio la cantidad "baja". (El precio de la cantidad baja es una figura en Suecia que se utiliza para preciar las tendencias y se ajusta anualmente - actualmente la cantidad permitida está sobre US \$650.000). hay una regulación correspondiente para las anualidades y para el seguro de salud.
3. Es delito el mal uso de la información genética.

6.4.7. Japón

En agosto de 1995, la Sociedad Japonesa de Genéticas Humanas introdujo las pautas para las pruebas genéticas de enfermedades hereditarias. La Asociación del Seguro de Vida de Japón publicó un folleto que considera las pruebas genéticas y su actitud frente a las pruebas por el suscriptor médico de una compañía de seguros. En 1996, la Sociedad japonesa para Tumores de carácter Familiar publicó también sus pautas y dio énfasis en que este tipo de información sea indiscutiblemente confidencial.



Recientemente la tendencia hacia prohibir cualquier aplicación de datos genéticos en la industria del seguro ha estado creciendo. Algunos miembros del Instituto de patrones japoneses llevan a cabo los reconocimientos médicos anuales para los empleados y están intentando conseguir un acuerdo general para prevenir el uso de los resultados de la prueba genética por el suscriptor de los seguros de vida. Sin embargo, ellos todavía no han puesto presión a los políticos.

Un periódico médico japonés informó que un comité del Ministerio de Salud y Bienestar había decidido darse a la tarea de discutir los aspectos de la biotecnología en la práctica y el uso de datos genéticos. El Departamento del Ministerio de Estadística e Información también establecerá un equipo en la investigación para intentar averiguar maneras de proteger información individual que incluye los datos genéticos. Políticamente, estas fuerzas de la tarea pueden tender a dar énfasis a la exclusión de discriminación social basada en las anomalías genéticas y las prohibiciones para las compañías de seguros de vida en usar cualquier prueba genética dirigida a la aplicación en el cálculo de la prima.

6.4.8. Sudáfrica

La legislación de cierto seguro está pendiente acerca de la evaluación de la comprobación genética con el propósito de suscribir un riesgo de seguro de vida o de salud. La Asociación de las Oficinas de Vida de Sudáfrica (LOA) que es una asociación voluntaria de aseguradores de vida que dirigen el negocio en África del Sur, ha bosquejado un Código Interino "Sugerido de Conducta" que comprende lo siguiente:

1. Que toda la información que considera de desórdenes genéticamente transmitidos o las pruebas genéticas llevada a cabo en el pasado debe revelarse.
2. El asegurador no le pedirá a un solicitante que presente pruebas genéticas.
3. El Protocolo de LOA aceptado con respecto la identificación de las muestras de sangres. Las cuales serán adecuadamente manejadas y bajo un estricto apego de confidencialidad.



4. Que el asegurador certifique que todo el personal que se ocupa de resultados de la prueba genéticos está adecuadamente especializado.
5. Que El solicitante de su consentimiento firmado al uso explícito, de cualquiera información genética descubierta para los propósitos de seguros.
6. El asegurador debe determinar una práctica establecida para el almacenamiento de información.

El Código interino anterior de conducta parece haber sido aceptado por la industria, debido al hecho de que nadie está usando la comprobación genética. En África del Sur, el problema del SIDA es muy real y esto debe tomarse como importante en la comprobación genética. En esta fase, esta clase de pruebas de diagnóstico no puede considerarse como una prioridad real.

6.4.9. Australia

El Instituto de Actuarios de Australia ha llamado para el establecimiento de un Foro en las Políticas Genéticas en Seguros. El doctor David Knox, presidente del Instituto de Actuaría de Australia, dijo que "es necesario establecer las políticas que involucran la genética y la necesidad del seguro en un contexto educado e informado. Un Foro mantendría un mecanismo informando al público sobre la relevancia de pruebas genéticas y las preocupaciones explorando sobre la pertinencia de los resultados de las pruebas genéticas para la industria de los seguros". Él hace esta declaración debido a que ha notado mucha preocupación en la industria aseguradora y el público, y cree que existe un potencial riesgo para el sistema voluntario actual de seguro en Australia.

Un problema vital que necesita ser entendido rápidamente es la diferencia fundamental entre los sistemas de seguros voluntarios riesgo-tasados y seguros sociales. El doctor Knox dijo: "la legislación de la antidiscriminación australiana actual les permite a los aseguradores de vida diferenciar entre los riesgos con base en la edad, sexo o historia médica dónde se aplica la técnica actuarial sobre los datos estadísticos, o cualquier otro factor con el cual se cuente". En un principio ve apropiada la aplicación de los



cuestionarios de información genética en los métodos de evaluación del riesgo para el seguro de vida. Sin embargo, estamos en una primera fase en el desarrollo de conocimiento genético, es decir, existen relativamente pocas pruebas genéticas que tienen un valor predictivo para los médicos en seguros. Como resultado, es necesaria una mayor investigación de los riesgos que afectan a los seguros junto al crecimiento rápido de conocimiento de enfermedades genéticamente relacionadas.

En contraste, el seguro de salud en Australia opera de forma semejante al seguro social, donde las primas están fijadas en una base global y no se tienen en cuenta las características de riesgo del individuo. El resultado es que existe actualmente un cruce de subsidios entre los grupos y las pólizas individuales. El doctor Knox agregó que el Instituto de Actuarios de Australia cree que ambos modelos deben de seguir existiendo, es decir, los seguros privados y el seguro subsidiado. También señaló que "debe enfatizarse que si no puede tenerse en cuenta la información conocida para calcular las primas adecuadas en los seguros, esto puede representar un cambio de seguro voluntario riesgo-tasado hacia un formulario de seguridad social". Es importante que la sociedad entienda las consecuencias de esta decisión.

Los actuarios reconocen que los rápidos progresos en la comprensión de genéticas son iguales o más importantes que haber llegado a la luna. Estos adelantos tienen el potencial para mejorar grandemente la salud humana y el proceso de envejecimiento del ser humano. Una aplicación de conocimiento médico está en la valoración de riesgos para las pólizas de seguro. El conocimiento mayor de la genética proporcionará las predicciones más específicas indudablemente sobre la mortalidad y la morbilidad, por lo que hay varios puntos de vista y sobre todo preguntas:

1. Muchas personas están angustiadas sobre las perspectivas de las compañías de seguros que usan tal información genética por preciar y temen las prácticas de suscripción discriminatorias..



2. Las compañías de Seguros saben que ellos no podrán preciar su primas de seguros en base a la información genética pero esta debe de estar disponible para sus clientes.
3. La medicina quiere desarrollar información genética y que esta este disponible para sus pacientes pero esto implica que deben de existir las políticas adecuadas para que no se involucre en la decisión de seguros.

6.4.10. EE.UU.

Desde 1989, las leyes estatales se promulgaron en 39 estados por el uso de comprobación genética o la información genética. Esencialmente, todas las medidas estatales, salvo dos, pertenecen al uso de comprobación genética o la información genética para suscribir el seguro de gastos médicos y excluye el seguro de vida, invalidez y el seguro del cuidado a largo plazo. Un estatuto del estado de Vermont, sin embargo, prohíbe algún requisito para el individuo que sufre la comprobación genética para el seguro vida, invalidez, cuidado a largo plazo y/o la aplicación de seguro de gasto médico. Un estatuto en el estado de Kentucky extiende su prohibición para el uso de información de la comprobación genética para el seguro de salud y el de gastos médicos, y las solicitudes para el seguro de ingreso de invalidez.

A nivel federal las amenazas más serias se levantan en relación con la legislación que busca limitar o prohibir la suscripción del seguro de vida, de invalidez o aseguradores del cuidado a largo plazo, con base en información genética o en los resultados de pruebas genéticas por aseguradores sujetos a la legislación. En los EUA, se perciben a las pruebas genéticas y a la información genética como otra información de la prueba médica. Esto es verdad, en parte, porque se considera que ellos proporcionan la información de la predicción sobre la predisposición de un individuo a enfermarse. La comprobación genética también se ha caracterizado en el estudio de uno de los principales problemas de la mujer en la comprobación genética para el cáncer de mama y/o de ovario hereditarios (los BRCA1 y pruebas de BRCA2). El debate de la comprobación genética se maneja a menudo con miedo general a la nueva tecnología



y miedos generalizados a una falta de mando por encima de la información personal. La opinión también existente es que puede ser injusto negar a alguien algo o etiquetar a alguien de por vida debido a factores en los cuales el individuo no tiene ningún mando. Otros creen que es injusto para aseguradores considerar la comprobación genética suscribiendo hasta que la fiabilidad de estas pruebas esté comprobada.

Los abogados de la industria de seguro de vida se agrupa como el Concilio Americano de Aseguradores del Seguro de Vida (American Council of Life Insurers [ACLI]), y señalan que crear legislación para limitar la suscripción con base en la comprobación genética de seguro, no es necesario, porque los aseguradores no están usando las pruebas genéticas. La posición del ACLI con respecto a la clasificación de riesgo está de acuerdo en no pedir pruebas genéticas proporcionadas por los dientes de las aseguradoras. Sólo podrían pedirse las pruebas genéticas cuando ellos normalmente aceptan en la práctica clínica.

La definición de la prueba genética incluye una exclusión para los propósitos de suscripción de seguros, mientras que se proteja el uso de pruebas médicas rutinarias que se utilizan hoy en día para la evaluación del riesgo médico, generalmente aceptables, en la práctica clínica del futuro. El seguro de vida, de invalidez y aseguradores del cuidado a largo plazo deben tener el acceso a, y pueden suscribir, con base en información médica existente en el momento de aplicación, y por su parte, los aseguradores están de acuerdo en sólo suscribir con base en la información médica cuando hay una relación entre esa información y el costo del riesgo del seguro. Es posible que continúen los desafíos en el uso de las pruebas genéticas así como la clasificación de riesgo o el proceso suscripción en los Estados Unidos de América.

6.4.11. Canadá

Actualmente no existe ninguna legislación, o está pendiente, acerca de la evaluación de datos genéticos para la suscripción de riesgos asegurables. Sin embargo, si la legislación avanza en EUA, entonces es posible que esto pudiera activar la línea



canadiense. En este país el público es consciente de las pruebas genéticas, pero ellos no las perciben como una amenaza. La Asociación de los Funcionarios Médicos del Seguro de Vida canadiense (CLIMOA) ha hecho un esfuerzo por declarar que los miembros de la asociación no pedirían las pruebas genéticas, de hecho, la Asociación de Seguro de Salud (CLHIA) ha estado activa siguiendo los problemas del seguro circundante y la comprobación genética, pero ellos no han hecho ninguna declaración definitiva.

6.5. La selección adversa

Para definir qué entendemos por selección adversa tendremos primero que definir lo que es una mutualidad. En el seguro privado o seguro comercial, los asegurados pagan sumas de dinero llamadas primas a un fondo mutuo central, este fondo se invierte y los beneficios se distribuyen a aquéllos que hacen las demandas válidas. La diferencia importante entre esto y el sistema solidaridad es que los asegurados individuales no se consideran como iguales. De esta forma, el asegurador hace un proceso de selección de riesgos para que el proponente ingrese a la mutualidad, el suscriptor busca que la prima esté en función al riesgo asegurable de acuerdo con un posible aumento en el riesgo, en este caso el riesgo puede ser aceptado, rechazado o pospuesto hasta que las causas de aumento del riesgo disminuyan o se controlen.

Este tipo de sistema tiene como base la *equidad* en lugar de la *igualdad*. Los proponentes individuales no se tratan como si fueran todos iguales, se tratan de acuerdo con el riesgo que transfieren a la mutualidad (Pokorski, 1997). Este proceso de nivelar el riesgo es conocido como la limpieza actuarial. Mucha de la controversia en relación a la comprobación genética y la industria del seguro normalmente se levanta debido a la discrepancia percibida entre este concepto de limpieza actuarial y de limpieza moral. Por ejemplo, se defiende a menudo que es injusto cobrar a alguien una prima de seguro alta o negarlo si está basada en un estudio genético que determine un padecimiento congénito en donde el proponente no puede hacer nada para desaparecer o minimizar el riesgo, por lo cual sería injusto excluirlo del seguro.



Por el contrario, podemos decir que la "Selección adversa" ocurre cuando la distribución de riesgo en un grupo de personas aseguradas es sesgado adversamente, es decir, cuando un grupo de personas de alto riesgo percibe que puede obtener un beneficio adicional del seguro, lo cual induce directamente a un alza en las primas debido al análisis actuarial de la siniestralidad incrementada.

Las compañías de seguros temen que la disponibilidad de comprobación genética en los individuos proporcionará el acceso para aumentar la posibilidad de selección adversa. La industria del seguro cita el ejemplo del VIH (1980), cuando la industria del seguro sufrió altas pérdidas debido a que los individuos en posesión del riesgo obtuvieron deudas hipotecarias con respaldo del seguro.

Para algunos padecimientos monogénicos los resultados de una prueba genética quitarán casi toda la incertidumbre sobre el riesgo de ser afectado o sencillamente que se presente la enfermedad. Si el proponente cuenta con esta información y no la comparte con la aseguradora entonces se puede una condición fundamental del contrato del seguro está ausente se presenta entonces la selección adversa.

Para algunos padecimientos monogénicos los resultados de una prueba genética quitarán casi toda la incertidumbre sobre el riesgo de ser afectado o sencillamente que se presente la enfermedad. Si el proponente cuenta con esta información y no la comparte con la aseguradora entonces una condición fundamental del contrato del seguro está ausente y se presenta entonces la selección adversa. Los resultados genéticos de la prueba contienen información que es actualmente pertinente. Algunos estados europeos, notablemente Bélgica, Austria y Noruega, han promulgado legislación que prohíbe a las compañías de seguros la aplicación de los resultados de pruebas genéticas.



6.6. Conclusión:

El proyecto del genoma humano es un esfuerzo de la investigación internacional dirigido hacia trazar el entendimiento del código genético humano. La realización y presentación de este trabajo tiene por objeto poner en la mesa la discusión sobre la implicación de estos estudios en la selección de riesgos de seguros. La información genética detallada que está comenzando a ser disponible como resultado de este proyecto, tiene implicaciones sustanciales para la salud de los individuos en general, pero también tendrá las implicaciones sustanciales para la industria del seguro mundial.

Como hemos visto, los consumidores alrededor del mundo han expresado su preocupación sobre las implicaciones de comprobación genética y su disponibilidad para los seguro de salud, de vida, de enfermedades graves y de la cobertura de invalidez. Sin embargo, actualmente ninguna institución aseguradora está suscribiendo con base en los test genéticos.

El consumidor se está agrupando y los medios de comunicación han atraído la atención a lo que ellos perciben como "el potencial mal uso de información genética por las compañías de seguros". Se cree que la comprobación de problemas genéticos debe reconocer el equilibrio que se requiere entre los intereses de los pacientes, asegurados y las compañías de seguros.

La correlación entre los resultados de una prueba genética y la probabilidad de adquirir la enfermedad ha adquirido el estado de una certeza. Es decir, se ve a las pruebas genéticas como la ciencia de la certeza y no como un indicador estadístico de probabilidad (Koehler, 1993). Esta confusión comprende el uso social de la tecnología genética y está perturbando bastante, dado que se están igualando los resultados de estudios genéticos con la certeza de la ocurrencia de una enfermedad o un tipo de padecimiento. Hay peligros reales de discriminación e injusticia, sin embargo, cuando se deben usar indicadores de riesgo genético en el proceso de valuación de riesgo se



genera la pregunta que se hace toda la comunidad científica del mundo. El ejemplo de comprobación genética para BRCA1 ilustra el punto, el descubrimiento de BRCA1, es una mutación del gen que indica la susceptibilidad al cáncer mama y/o de ovario, y se anunció como un descubrimiento mayor en la batalla contra esta enfermedad en particular. Entonces, ¿sería razonable para una institución de seguros aumentar la prima del seguro para alguien que ha probado el positivo para la mutación de BRCA1 en una prueba genética?

Hay varios problemas con igualar la existencia de un gen como BRCA1 con el desarrollo de la propia enfermedad. Los genes de BRCA tienen un número muy alto de mutaciones, hay más de 200 mutaciones para el gen de BRCA1 (Elford, *et al.*, 1998). Las pruebas genéticas para BRCA1 no pueden descubrir las posibles mutaciones para que una mujer que prueba negativo pueda seguir desarrollando la enfermedad. Para aquellos que prueban positivo para una de las mutaciones conocidas hay también incertidumbre.

El riesgo de padecer un cierto tipo de enfermedad se determinará a menudo por el estado de los genes del individuo. Para la mayoría de las enfermedades, por su sola existencia en el cuerpo del individuo y por los factores medioambientales, esta categoría de información genética no tratará de predecir con certeza que una enfermedad en particular se desarrollará, sino que dará la probabilidad de que un evento ocurra.

Hoy en día los test genéticos abarcan casi exclusivamente enfermedades monogénicas. Para las anomalías poligénicas o multifactoriales prácticamente no existen test en la actualidad. Los conocimientos alcanzados hasta ahora sólo proporcionan un escaso valor informativo a un caso concreto debido a las influencias patógenas de los factores ambientales. Para las siguientes enfermedades monogénicas que tienen una frecuencia digna de mención entre la población, ya existen test genéticos útiles para precisar el riesgo:



- ▶ Enfermedad de Alzheimer (varias formas familiares)
- ▶ Carcinoma hereditario de mama
- ▶ Carcinoma hereditario del intestino grueso, no poliposo
- ▶ Trombofilia (déficit del factor V)
- ▶ Trastornos monogénicos del metabolismo de las grasas (receptores de LDL, apolipoproteína B, apolipoproteína E, lipoproteína lipasa)

Los correspondientes estudios genéticos siguen siendo, no obstante, bastante complejos, resultando inapropiados y muy costosos para la población en general. Para el sector de seguros el potencial de antiselección es, por tanto, aún escaso, pero con la creciente "genetización" de la medicina habrá que ir pensando que en el futuro los parámetros genéticos, debido a sus posibilidades, sustituirán como estándar a muchos de los métodos diagnósticos convencionales existentes.

En mi opinión el punto a discusión no debe de ser dirigido hacia el hecho de que las compañías aseguradoras cuenten o no con la información genética, se debe propiciar un estudio de esquemas de cálculo de primas con base en estos estudios, es decir, no será una especie de discriminación, por el contrario, con un esquema de valoración genética de toda la población se podría llegar a tasar la prima de todos los individuos sin hacer distinciones o selección de riesgo médico ya que se pondría repartir todo el riesgo entre el grupo asegurado.

Mucho se tiene que hacer en materia legal ya que el mundo está en plena reacción y en nuestro México estamos muy atrás de los acontecimientos en esta materia, asimismo, la técnica actuarial debe permanecer alerta a los cambios y a la aplicación de estas técnicas en el mercado asegurador mexicano.





Glosario genético.

Ácido ribonucleico (RNA).- Ácido nucleico que se diferencia del DNA por estar presente la base uracilo en lugar de la base timina.

Alelo.- Diferentes formas alternativas de un mismo gen. Todo ser humano tiene para un mismo gen siempre dos alelos (serie duplicada de cromosomas).

Autosoma.- Cromosoma de los que existe el mismo número en individuos de sexo femenino o masculino. De ellos se diferencian los cromosomas sexuales X e Y. El concepto autosómico (herencia autosómica dominante o autosómica recesiva) se refiere a los genes o segmentos de cromosoma situados sobre los autosomas.

Banco de genes.- Colección de fragmentos donados de DNA que representa el genoma completo o partes del mismo.

Banda germinal.- Sucesión de células desde el óvulo fecundado hasta las células germinales (óvulo o gameto) de un nuevo ser viviente.

Bases.- Componentes de los nucleótidos. La información genética está almacenada en la sucesión de cuatro bases: adenina, timina, guanina y citosina.

Base pirimidínicas.- Citosina (C), timina (T)

Base púricas.- Adenina (A), guanina (G)

Cariotipo.- Representación de los cromosomas de un individuo (en el ser humano 23 pares de cromosomas)



Centrómero.- Zona cromosómica en el centro del cromosoma. En este punto los cromosomas ya duplicados se segregan hacia las correspondientes del células hijas contiguas.

Clon.- Conjunto de células u organismos genéticamente idénticos.

Codon.- Secuencia de tres nucleótido (llamados tripletes) de DNA o RNA responsables de la traducción al aminoácido correspondiente.

Cromatina.- Sustancia constitutiva delos cromosomas: DNA, proteínas (histonas y proteínas no histonas).

Cromosoma.- Estructura del núcleo celular que contiene el material genético.

DNA (ácido desoxiribonucleico).- molécula gigante de doble hebra que almacena la información genética en su secuencia (sucesión) de nucleótidos.

Dominante.- un alelo que logra imponer un estado heterocigoto.

Exón.- fragmento de la secuencia de un gen que se reencuentra con el mRNA madurado y contiene la información par la secuencia de aminoácidos de la proteína.

Expresión.- Transcripción de la información codificada en un gen a un efecto biológicamente activo.

Fenotipo.- características biológicas de un individuo (por ejemplo, grupo sanguíneo, color de pelo, presión sanguínea) que tiene su origen en el genotipo y, dado el caso, en factores ambientales.



Gen.- material hereditario. Un gen se compone de una determinada secuencia de nucleótidos que determinan el orden de sucesión de aminoácidos de las proteínas.

Genética molecular.- Rama de la ciencia que estudia los procesos de herencia en base a las moléculas (DNA).

Genoma.- El conjunto de la información genética de una célula o un ser vivo en el ser humano aproximadamente 3,000 millones de pares de base por cada set simple de cromosomas.

Gonosoma (cromosoma sexual).- En los hombres los gonosomas consisten en un cromosoma X y un cromosoma Y, en las mujeres en dos cromosomas X. El cromosoma Y es, por tanto, el que determina el sexo.

Hemicigosis.- Presencia de un solo alelo, puesto que el locus aparece una única vez (en el cromosoma X del sexo masculino)

Heterocigosis.- Presencia de dos alelos distintos en el mismo locus.

Heterogeneidad.- Una misma enfermedad se manifiesta en diferentes pacientes de mutaciones en distintos loci (heterogeneidad del locus) o de distintas mutaciones en el mismo locus (heterogeneidad alélica)

Hibridación.- combinación de dos hebras simples formando una hebra doble de DNA complementaria.

Homocigosis.- Identidad de ambos alelos en el mismo locus.

Huella dactilares de DNA.- Aprovechamiento del polimorfismo del DNA para la



configuración de un genotipo específico del individuo. Para cada persona existe un modelo característico.

Intrón.- Fragmento no codificado de un gen (o del mRNA)

Meiosis.- División específica del núcleo celular en las células precursoras de células germinales que lleva a la reproducción de la serie de cromosomas del estado diploide (dos juegos) al haploide (un único juego).

Mitosis.- Proceso en el interior del núcleo celular que genera células hijas de composición idéntica a la de la célula madre.

Mutación.- Modificación del material genético.

Núcleo celular.- también llamado centro de control de la célula, limitado por una membrana, que contiene los cromosomas.

Nucleótido.- Componente básico del DNA; está integrado por un azúcar (ribosa, desoxirribosa), una base purínica o pirimidínica y un grupo fosfato.

Pares de bases.- En una doble hebra de DNA siempre hay dos bases enfrentadas: adenina con timina y citosina con guanina.

PCR (reacción en cadena de la polimerasa).- Sistema para amplificar in Vitro segmentos de DNA, es decir, algo similar a una copiadora molecular.

Penetrancia.- Probabilidad o frecuencia con la que se manifiesta el efecto de un gen, por ejemplo número de enfermos entre los portadores del gen.



Poligénico.- Relativo a una característica que se debe a varios genes.

Polimorfismo.- Modificación de los genes (mutaciones) frecuentes en la población que generalmente no producen enfermedades.

Portador.- Sujeto con una mutación genética, en caso de transmisión recesiva sin mayor riesgo de una patología genética.

Proteína.-Sinónimo de albúmina. Las proteínas constan, por regla general, de subunidades de polipéptidos = cadenas de aminoácidos. La información sobre el orden de sucesión de los aminoácidos está codificada en la información genética del DNA.

Recesivo.- Alelos cuyo gen sólo se manifiesta en un locus en estado homocigoto.

Replicación.- Duplicación idéntica del DNA

RNA mensajero.- Molécula mensajera que transfiere la información genética para cada proteína desde el núcleo celular al lugar de la biosíntesis proteica.

Secuenciación del DNA.- Determinación del orden de sucesión de los nucleótidos en el DNA.

Secuencia de DNA.- Orden de sucesión de los nucleótidos.

Tecnología genética.- Procedimiento para la manipulación de la información genética.

Telómero.- Extremo de un cromosoma.

Terapia génica.- Tratamiento de una enfermedad por medio de una intervención en la



información genética de las células humanas. Se distingue entre terapia génica somática (intervención sólo en las células somáticas) y la terapia de la banda germinal que puede llevar a modificaciones transmisibles.

Traducción.- Segundo escalón de la biosíntesis de las proteínas. Aquí se traduce la información genética escrita en mRNA y se transforma en la correspondiente sucesión de aminoácido.

Transcripción.- Primer escalón de la biosíntesis de las proteínas mediante la formación de RNA mensajero (mRNA) para transmitir la información del DNA desde el núcleo a la periferia.





Bibliografía:

Genética Fundamento de la medicina en el siglo XXI, Una introducción sobre genes, enfermedades y tests génicos.

Dr. Achim Regenauer, Médico jefe de la Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, y Profesor Dr. Jörg Schmidtke, Director del «Institut für Humangenetik, de la Facultad de Medicina de Hannover, Una publicación, de la Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft.

Genetics in Society 2001

Dr. Alan Doble, Dr. Kristine Barlow-Stewart, Dr. Shauna Ferris, Dr. Sue Khor, Dr. Paula Stapleton, Graham Whittaker.

Institute of Actuaries of Australia

Human genetics advisory commission (1997) The Implications of Genetic Testing for Insurance (London, HMSO).

Kahn, P. (1996) Coming to terms with genes and risk, *Science*, 274, pp. 496-498.

Koehler, JJ. (1993) Error and exaggeration in the presentación of DNA evidence at trial.

Leigh, S. (1990) Underwriting: a dying art? *Journal of the Institute of Actuaries*, 117, pp. 443-488.

Nelkin, D. and Lindee, S. (1995) *The DNA Mystique: The Gene as Cultural Icon* (New York, W.H. Freeman Press).

Polokorski, R.J. (1996) Use of genetic tests to predict and diagnose cancer an



insurance perspective, *Journal of Tumour Marker Oncology*, 11, pp. 33-44.

Polokorski, R.J. (1997) Insurance underwriting in the genetic era, *American Journal of Human Genetics*, 60, pp. 205-216.

Post, S.G. (1992) Huntington's disease: prenatal screening for late onset disease, *Journal of Medical Ethics*, 18, pp. 75-81.

Rothstein, M. and Knoppers, B.M. (1996) Legal aspects of genetics, work and insurance in North America and Europe, *European Journal of Health Law*, 3, pp. 143-161.

Sandberg, P. (1995) Genetic information and life insurance: a proposal for an ethical European policy, *Social Science and Medicine*, 40, pp. 1549-1559.

Smith, C. (1999) *Huntington's Chorea: a Mathematical Model for Life Insurance* (Zurich, Swiss Re Publications).
Wilkie, A.D. (1997) Mutuality and solidarity: assessing risks and sharing losses, *British Medical Journal*, pp. 985-996.

Should Insurance Consumers Fear Genetic Testing?

Mr. Miller director of Health Policy Studies at the Cato Institute, www.bmj.com

UK genetics database plans revealed

Ab i Berjer, *BMJ* Volumen 322

UK insurers agree five year ban on using genetic test

Ab i Berjer, *BMJ* Volumen 323

Genética médica, segunda edición

Jorde, Carey, Bamshad, White,



Genética clínica, diagnóstico y manejo de las enfermedades hereditarias

J. Jesús Guízar – Vázquez

La revolución genómica, universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, Agustín López Murguía, Avedis Aznavurian, María Teresa Tusié, Rubén Lisker, Alberto Padilla, Marcia Muñoz de Alba, Ignacio Gamita, Patricia Ehrlich, José Luis Cepeda, Patricia Gascón

Declaración Universal sobre el Genoma Humano y Derechos Humanos, <http://members.fonunecity.com/quimical/decgenoma.litrn>

Guía internacional de la bioética, <http://www.bioeticas.net/leg/01.htm>

Muñoz de Alba Medrano, Marcia, 1996. "Derecho a la intimidad en el manejo e información de la salud; Ley informática el libertis francesa", Boletín de Derecho Comparado, México, nueva serie, año XXIX, núm. 86, mayo-agosto.

Muñoz de Alba Medrano, Marcia (coordinadora) 2002. Reflexiones en tomo al derecho genómico, México, UNAM.

Collins, F. S., McKusick V. A-, 2001. "Implications of the Human Genome Project for medical science". *Jama*. Feb 7;285 (5):540-4.

Mathew, C,, 2001. "Science, medicine, and the future: Postgenomic technologies: hunting the genes for common disorders". *British Medical*./. Apr. 28; 322 (7293): 1031-4.

Phillips, J. A. 3rd.ms., 2001. "Genomic medicine: managing the complex". *JAMA*. Oct 3; 286 (13): 1639.



Risch, N-, 2000. "Searching for genetic determinants in the new millennium". *Nature*, 405: S47-856. Subramanian G., Adams M. D-, Venter J. C., Broder S., 2001. "Implications of the human genome for understanding human biology and medicine". *JAMA*. Nov. 14; 286 (18): 2296-307.

Marx, J., 2002. "Unraveling the causes of diabetes". *Science* 296: 686-689.

Genetics and insurance www.jmedethics.com

La investigación genética www.diariomedico.com

Genetic discrimination in life insurance: empirical evidence from a cross sectional survey of genetic support groups in the United Kingdom

Lawrence Low, Suzanne Ring, Tom Wilkie, www.bmj.com

Should Multiple endocrine neoplasia be an Insurance problem or not?

By Eng Hock Gui and Angus Macdonald

Human genetics and insurance Issues

By Eng Hock Gui and Angus Macdonald

Genetic engineering and liability insurance. The power of public perception

Thomas Epprecht, Risk Manager services Reinsurance and Risk division

www.swissre.com

Genetics and critical illness insurance underwriting models for breast cancer and ovarian cancer and for coronary heart disease and stroke

By Chessman Tavarwisa Welwete



Collins, F. y Gallas, D., 1993. "A new five year plan for the U. S. Human Cenóme Project"

Venter, J. C. et al., 2001. "The Human Cenóme". Science291.

Referencia electrónica: International Human Cenóme Sequencing Consortium: http://www.nhgri.nih.gov/NEWSsequencing_consortium.html#press

