

El riesgo de *longevidad*

EN LAS PERSONAS CENTENARIAS

El presente estudio analiza, a la luz de estadísticas y proyecciones, si nos encontramos ante un incremento en la longevidad de las personas centenarias y cuál puede ser su impacto en las carteras de rentas vitalicias.

La evolución de la esperanza de vida habida desde el principio del siglo XX ha propiciado que las personas que alcanzan a ser centenarias crezcan a tasas muy considerables. Para confirmar este hecho, un informe reciente del departamento británico de Trabajo y Pensiones nos refiere la probabilidad de alcanzar los 100 años de edad.

Año	Mujeres	Hombres
1931	5.1%	2.5%
1961	16.0%	10%
1991	26.5%	19.2%
2011	33.7%	26%

JOSÉ MIGUEL RODRÍGUEZ-PARDO DEL CASTILLO
Universidad Carlos III de Madrid

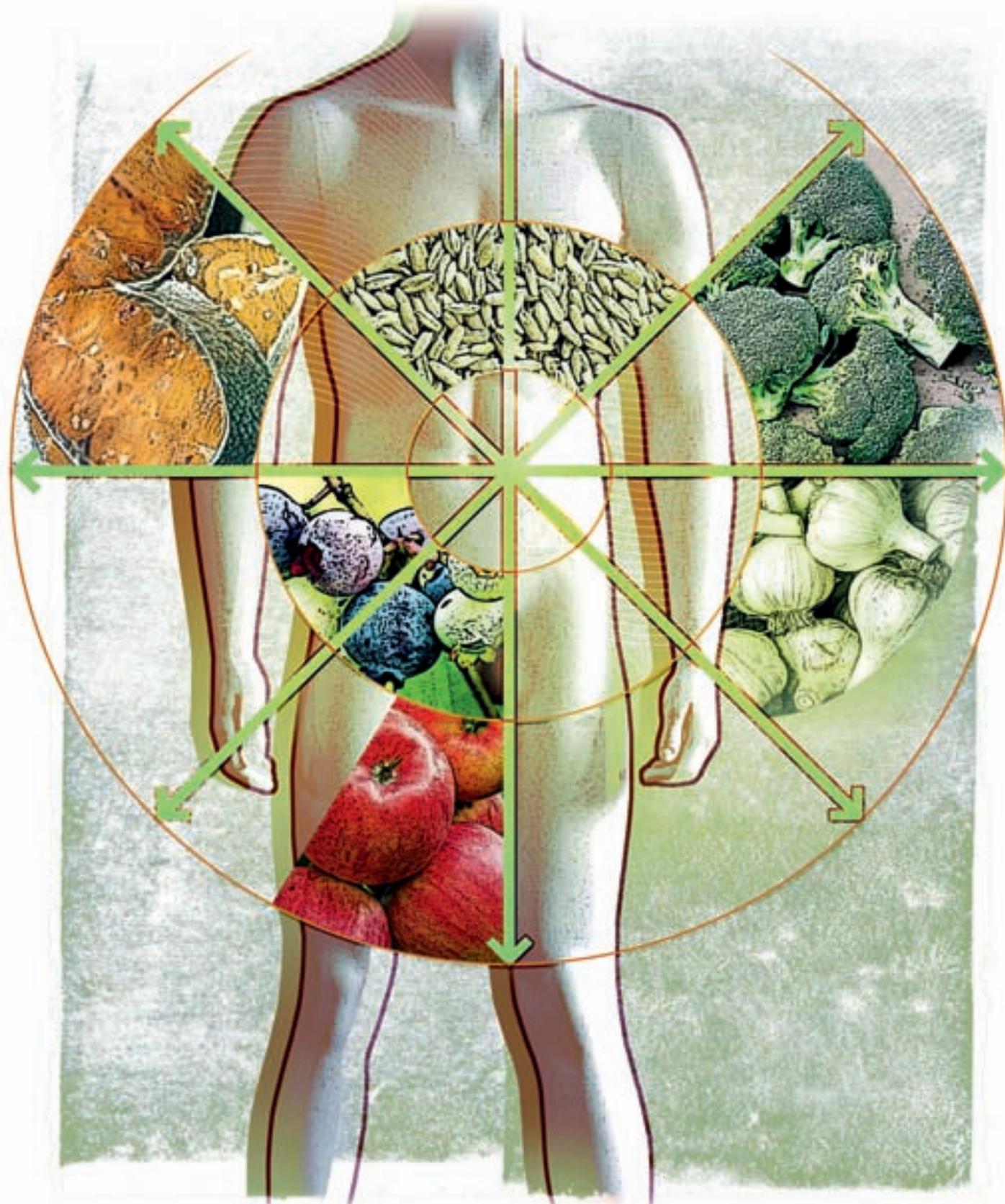
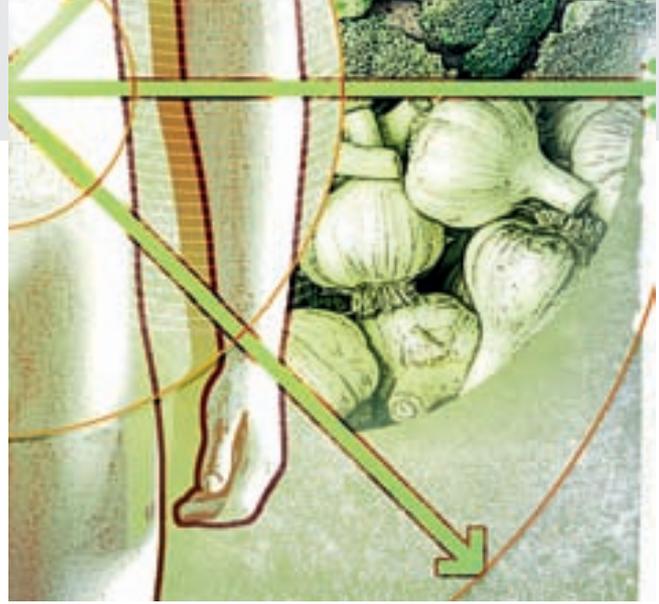


ILLUSTRATION STOCK



Vemos que un niño nacido hoy tiene una probabilidad de ser centenario ocho veces mayor que hace ochenta años. Las estimaciones de las autoridades británicas predicen que en 2066 la población centenaria en el Reino Unido alcanzará los 500.000 habitantes.

Estas cifras se superan si tomamos como referencia el estudio dirigido por el profesor Kaare Christensen, del Centro Danés de Investigación del Envejecimiento, publicado en la revista *The Lancet*. En el estudio, que analiza lo que ha ocurrido en el pasado y cuáles han sido las tendencias, «se ha observado un patrón extraordinario y constante que muestra que en los últimos 150 años ha habido un aumento muy estable en las perspectivas de vida en los países ricos». El estudio concluye que «si proyectamos las tendencias actuales hacia el futuro, podemos decir que los bebés que nacen hoy vivirán 100 años en una proporción superior al 50% en los países desarrollados».

Si atendemos a la estimación del médico y biofísico francés Roland Moreau, autor del libro *La inmortalidad para mañana*, «en el año 2027 la totalidad de los nacidos ese año alcanzarán los 100 años de edad; y de ser así, algunos alcanzarán los 130 años, superando por tanto el límite biológico de 120 años alcanzable por un ser humano». También afirma que «si las terapias biogenéticas llegan a materializarse alterando las causas del envejecimiento, el límite de máxima vida probable podría ser superado». Esta opinión está en la línea que defiende el científico Ray Kurzweil, para quien gracias a la nanotecnología y a una mayor comprensión de cómo funciona el cuerpo se podrán suplantar órganos vitales y de esa manera vivir para siempre.

El propósito de este trabajo es conocer las tasas de supervivencia de las personas que han llegado a centenarias según las distintas aproximaciones a partir de di-

ferentes modelos que tratan de evaluar la longevidad atendiendo a la biología de la persona asociada a los estilos de vida. Estos modelos pueden ser denominados bioactuariales.

Asimismo, analizaremos los últimos avances en biomedicina relacionados con las causas que explican la longevidad y que nos permitirán entender si estamos ante la posibilidad cercana en el tiempo de aumentar el límite máximo de vida probable, establecido comúnmente en 120 años.

El objetivo final del trabajo no es otro que el de tratar de visualizar si hay o puede llegar a producirse déficit en las provisiones técnicas de las carteras de rentas vitalicias en las edades centenarias, haciendo así bueno el aforismo «no te sientas seguro de nada» de Bertrand Russell.

Personas centenarias y supercentenarias

LOS CENTENARIOS

El número de personas centenarias ha crecido considerablemente desde la segunda mitad del siglo XX, si bien este fenómeno será una singularidad del presente siglo. De acuerdo al estudio *Midrange estimate from centenarians in the United States* (U.S. Census Bureau), relativo a la población centenaria en Estados Unidos, si en el año 2000 la población centenaria era de 72.000 personas, en el año 2010 esta cifra se eleva a



LA FRONTERA DE LOS 115 AÑOS CONSTITUYE UNA AUTÉNTICA BARRERA EN LA BIOLOGÍA DEL SER HUMANO. DE HECHO, EN JAPÓN, QUE ES EL PAÍS MÁS LONGEVO DEL PLANETA, ENTRE 1992 Y 2009 LA PERSONA DE MÁS EDAD TENÍA 114 AÑOS

131.000, con una proyección para 2050 de 834.000 ciudadanos norteamericanos que superarán los 100 años de edad.

Para el conjunto de la población mundial, en el periodo 2005-2050 se estima un crecimiento del 35% de la población; pues bien, para el rango de 100 años o más, el crecimiento será del 746%, siendo el mayor de todos los rangos de edad, seguido del rango de 85 a 99 años, que crecerá un 301%, según datos del U.S. Census Bureau.

LOS SUPERCENTENARIOS

Se considera supercentenario a la persona que ha cumplido los 110 años de edad. Del registro de las personas que han alcanzado esta elevada edad parece deducirse que este techo está reservado exclusivamente al género femenino, puesto que de las personas que cumplieron 110 años el 90% eran mujeres, llegando al 92% las que alcanzaron la edad de 112 años y al 95% las que llegaron a ser supersupercentenarios, denominación que se asigna a personas que hayan alcanzado los 115 años de edad. Según el libro *Supercentenarios*, coordina-



do por el Instituto Max Planck de Rostock (Alemania), tan solo diecinueve personas han alcanzado esa edad desde 1900, de las cuales únicamente dos han sido hombres. Estos registros recuerdan las palabras de Leonard Hayflick, uno de los pioneros de la investigación moderna sobre el envejecimiento: «No hay evidencia de que la duración máxima de la vida humana sea diferente que hace unos 100.000 años. Sigue rondando los 115».

El récord de longevidad lo sigue ostentando la francesa Jeanne Calment, considerada la persona con la vida más larga: murió el 4 de agosto de 1997, cuando contaba 122 años, cinco meses y catorce días de vida. Su caso superó el anterior registro de longevidad conocido, correspondiente a Marta Graham, que falleció en 1958 después de vivir 114 años y 180 días.

Desde que se ha procedido al registro de supercentenarios, la referencia más antigua correspondía a Thomas Peter, fallecido en 1857 a la edad de 111 años y 354 días.

Por lo tanto, se observa que si es verídico que en 150 años los registros oficiales de personas más longevas del planeta se han venido superando, también es cierto que se confirma un límite biológico en la vida máxima probable de un ser humano, que tradicionalmente se ha fijado en 120 años. En efecto, si el número de seres humanos que han vivido a lo largo de la historia se cifra en 110.000 millones de personas, es significativo que fehacientemente tan solo una persona haya alcanzado los 120 años de edad.

Unas características comunes a todas estas personas es que no han sido obesas y no han fumado o han fumado muy poco.

Por tanto, la frontera de los 115 años constituye una auténtica barrera en la biología del ser humano. De hecho, en Japón, que es el país más longevo del planeta, aunque el número de centenarios ha aumentado desde 1992, cuando se registraron 3.000 casos, alcanzado los 40.000 en 2009, en ese periodo la persona de más edad tenía 114 años.

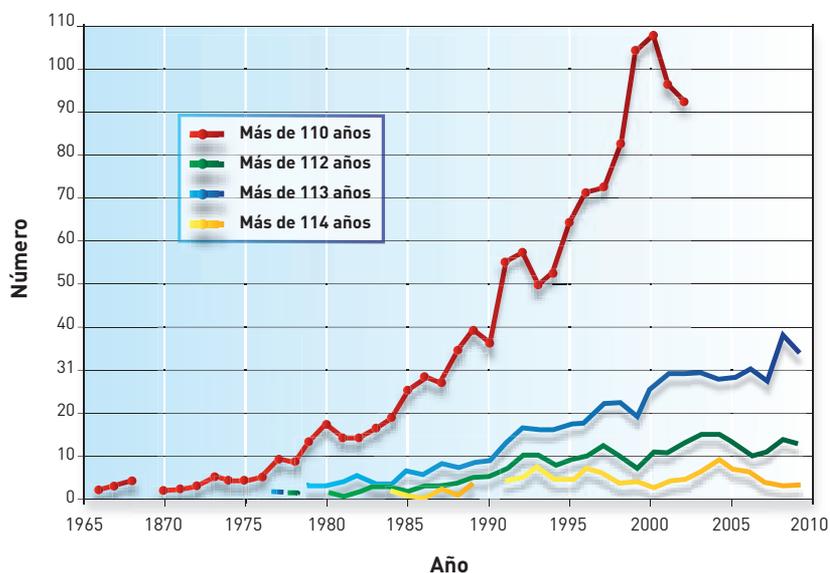
Esta situación se repite recurrentemente en dife-

rentes países. A continuación se observa el mayor registro de edad alcanzado en distintos países:

Francia	122 años
Gran Bretaña	115 años
España	114 años
Italia	114 años
Suecia	113 años

El gráfico siguiente recoge la Tabla Mundial Validada de Supercentenarios en Vida del Gerontology Research Group (GRG) de Los Ángeles (EE UU). En la misma podemos observar el número creciente de personas que han alcanzado la edad de 110 años.

Número máximo de supercentenarios vivos (Datos suministrados por Louis Epstein)



Los informes del GRG de Los Ángeles nos servirán para evaluar la probabilidad de fallecimiento de las personas centenarias.

Estilo de vida vs. genética de los centenarios

Las causas que determinan la longevidad se suelen atribuir en un 25% a factores genéticos y en un 75% a factores relacionados con el estilo de vida, entre los que destacan hábitos saludables nutricionales y de dieta, el ejercicio físico, las relaciones sociales y una actitud vital positiva.

En la actualidad, entre la comunidad científica experta en biogerontología existe un debate abierto entre los que consideran que alcanzar 100 años de edad es cuestión de los genes y los que, al contrario, opinan que los estilos de vida son la causa principal para alcanzar estas edades extremas.

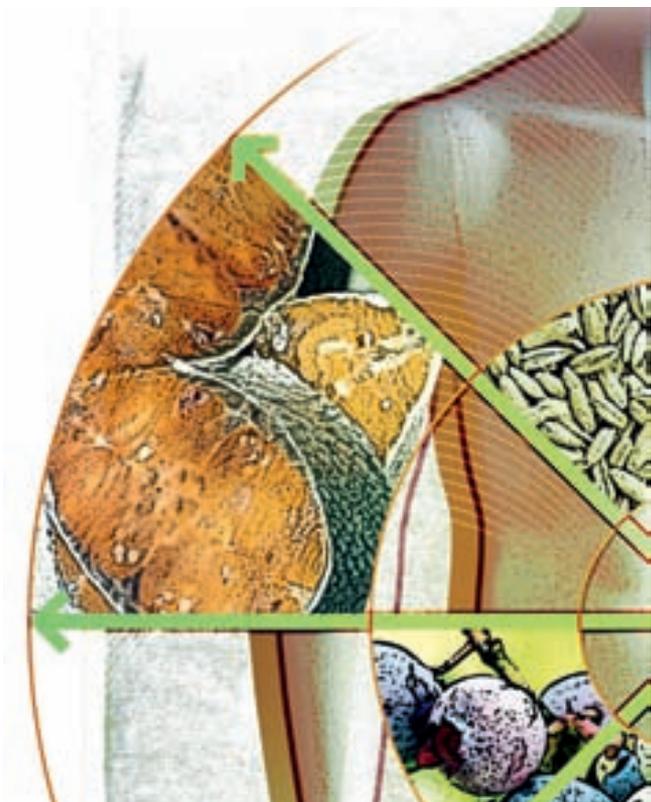
Un reciente artículo publicado en *Journal of the American Geriatrics Society* concluye que la genética es el factor principal para llegar a ser centenario. El estudio, dirigido por Nir Barzilai, director del Instituto de Investigación del Envejecimiento de la Facultad de Medicina Albert Einstein, de la Universidad de Yeshiva (Nueva York, EE UU), se ha realizado analizando el estilo de vida de 477 judíos askenazíes y de personas con edades comprendidas entre los 95 y los 106 años que vivían de forma independiente.

El estudio tiene carácter retrospectivo, es decir, se les preguntó a los participantes sobre cuáles eran sus hábitos hace 30 años, cuando tenían 70. Para valorar los resultados, se compararon con los datos de un grupo de personas que habían nacido en la misma época y que cuando rondaban los 70 participaron en el estudio epidemiológico NHANCES (*National Health and Nutrition Examination Survey*).

Las conclusiones del informe fueron que el índice de masa corporal y el consumo de alcohol era equivalente entre ambos grupos. Conclusiones similares se encontraron al analizar el ejercicio físico y la dieta.

Por tanto, el estudio revela que es la genética la que propicia la longevidad extrema.

Parece razonable concluir que los genes, el am-



biente, los hábitos de salud y el sistema sanitario de atención médica son los cuatro factores que favorecen la longevidad centenaria.

Un estudio realizado en España sobre la salud de los centenarios (en nuestro país hay 10.000 centenarios, dos tercios de ellos mujeres) describe algunas características del perfil no genético del centenario:

- La mitad son independientes, no necesitan ayuda para comer y realizar sus actividades diarias.
- Viven en un medio ambiente saludable.
- Residen en una zona con buen sistema sanitario de atención médica.
- Presentan un nivel de colesterol bajo.

El debate sigue abierto, y a medida que se avanza en el conocimiento de la biología de los centenarios se podrán ponderar los efectos en la edad de factores como la genética y los estilos de vida saludable.

Las tasas de supervivencia de los centenarios y supercentenarios

Una vez conocida la magnitud previsible en las próximas décadas del advenimiento de una población centenaria, debemos reflexionar sobre cómo se modeliza el riesgo de supervivencia de esta cohorte poblacional, que hasta la fecha no tenía mucha relevancia en las carteras de rentas vitalicias de las entidades de seguro de vida, por un doble motivo.

El primer motivo es que las carteras aseguradas del negocio de rentas vitalicias en el mercado español presentan una concentración muy acusada en torno a una edad modal de 70 años, y por lo tanto, en términos generales, tan solo un 5% de los riesgos expuestos hoy alcanzarán los 100 años de edad.

El segundo motivo está relacionado con el primero. Al estar la cartera asegurada muy alejada del riesgo de exposición centenaria, no hay prácticamente experiencia para evaluar potenciales insuficiencias de las provisiones técnicas, y si las hubiera, los flujos probalibilizados de esas potenciales edades descontados a la fecha de cálculo de las provisiones matemática hoy pudieran no ser significativos.

Estos argumentos no deben impedir en absoluto que el asegurador trate de modelizar el riesgo de supervivencia de la población centenaria a la luz del conocimiento que aporta el comportamiento de este colectivo en registros como el del Gerontology Research Group (GRG) de Los Ángeles (EE UU), y que nos va a permitir construir tendencias de mortalidad que difieren significativamente de las incorporadas en las tablas de super-

LA COMUNIDAD CIENTÍFICA EXPERTA EN BIOGERONTOLOGÍA ESTÁ DIVIDIDA ENTRE QUIENES ESTIMAN QUE ALCANZAR 100 AÑOS ES CUESTIÓN DE GENES Y LOS QUE CONSIDERAN QUE LOS ESTILOS DE VIDA SON LA CAUSA PRINCIPAL PARA ALCANZAR ESTAS EDADES EXTREMAS

vivencia utilizadas en la generalidad de países que tienen como base una tendencia de mortalidad que sigue el modelo de Gompertz, es decir, la mortalidad crece exponencialmente con la edad.

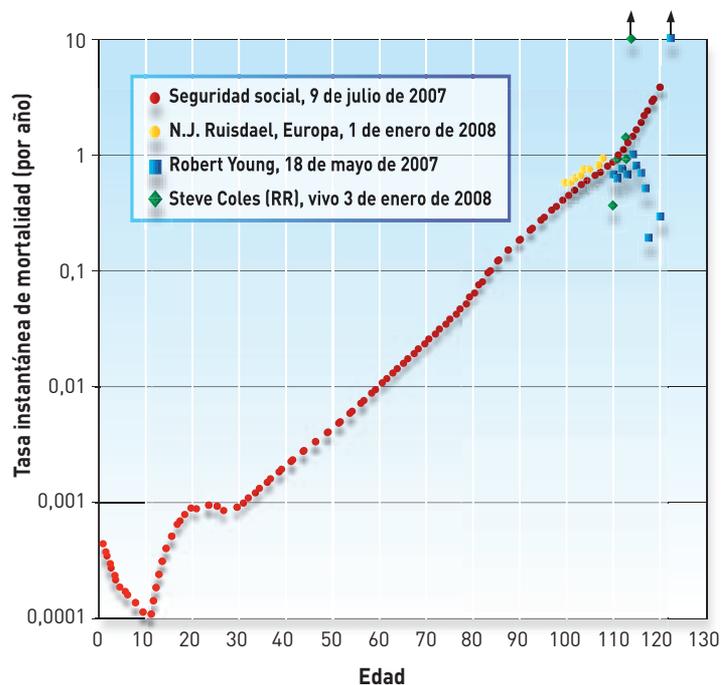
El modelo de supervivencia construido desde los datos observados por el GRG, que corresponden a los datos de registros oficiales censales de cada país que participa en este grupo de trabajo, recoge la evolución de la supervivencia de la población supercentenaria. Sabiendo, como se dice en el propio grupo, que la existencia de pocos datos puede no tener significación estadística.

Como se pregunta el profesor Steve Cole, director de la Fundación de Investigación de Supercentenarios, del Instituto de Biología Molecular de UCLA (EE UU): «La verdadera pregunta es: ¿estos casos representan una aberración estadística o hay una base biológica en el genoma humano para estos valores atípicos? Si hay una base biológica para esta meseta, ¿puede el fenotipo del envejecimiento ser conquistado por la gente común? ¿Podría haber una predisposición genética peculiar para acabar siendo supercentenarios a partir de los 114 y terminar en 117 años, de tal manera que debemos buscar en su secuencia de ADN? ¿Pueden averiguarse los genes que determinan la longevidad y manipularlos por ingeniería genética?».

Anticipándonos a las conclusiones, el modelo de longevidad propuesto significa, en palabras del doctor Gregory M. Fahy, director del Laboratorio de Criopreservación de Órganos, del Laboratorio Jerome Holland para Ciencias Biomédicas de la Cruz Roja Norteamericana, en Rockville (Maryland, EE UU), que «la existencia de una meseta de la mortalidad tardía de la vida para los seres humanos y otras especies implica que se detiene el envejecimiento por encima de una cierta edad».

Por tanto, se reproducen los principales cuadros elaborados desde los datos disponibles, todos ellos tomados de la dirección de Internet www.grg.org.

El análisis comienza con las observaciones de los supercentenarios incorporadas a la tabla de mortalidad norteamericana de la Seguridad Social de 2007, y vemos cómo sigue un comportamiento completamente distinto al propuesto por la tabla.



El registro de la evolución de los centenarios se tomó del siguiente cuadro.

Estimación de centenarios en Europa, 1 de enero de 2008, N.J. Ruisdael

Edad	Centenarios	Diferencia con el siguiente grupo de edad
100	28.679	12.467
101	16.212	6.657
102	9.555	4.158
103	5.397	2.413
104	2.984	1.541
105	1.443	787
106	656	295
107	361	184
108	177	111
109	66	?



Número de fallecimientos por edad (datos de Robert Young), 14 de marzo de 2008

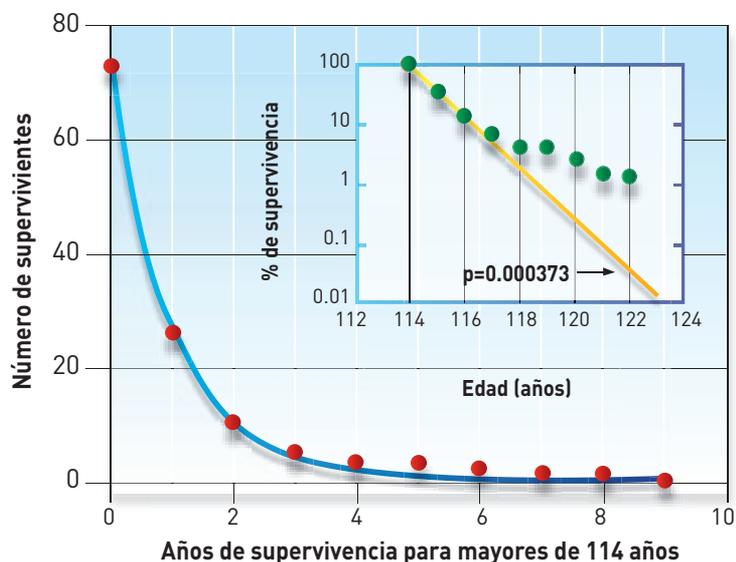
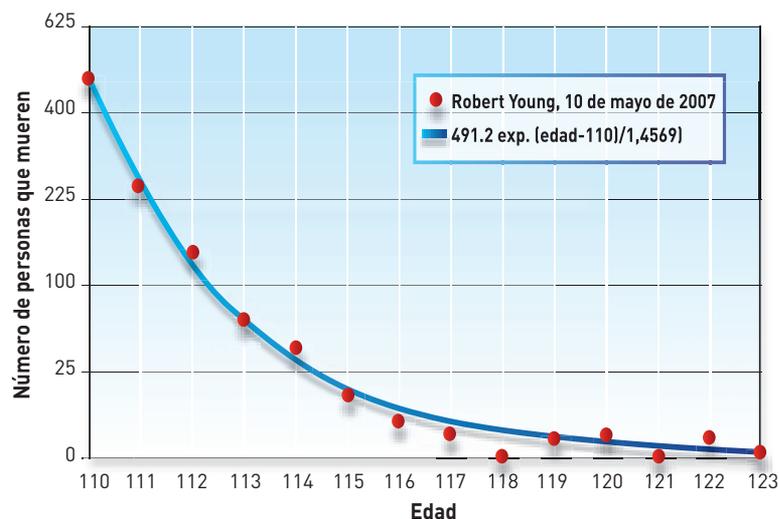
Y en lo referente a los supercentenarios, la evolución se ha tomado de:

Fallecimientos de supercentenarios.
3 de enero de 2010, Louis Epstein

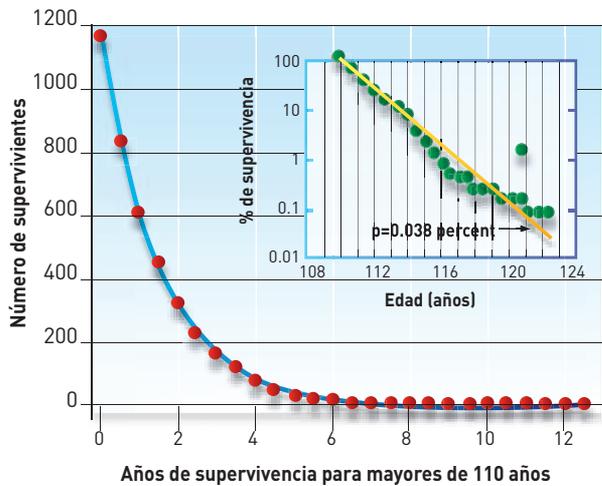
Edad	Nº con esta edad o mayores	Número de fallecimientos
110	679	427
111	491	225
112	266	129
113	137	74
114	63	41
115	22	15
116	7	3
117	4	2
118	2	0
119	2	1
120	1	0
121	1	0
122	1	1
123	0	0

Se puede observar que la tasa anual de fallecimiento se mantiene constante y alrededor del 50% en cada año.

Posteriormente se trata de modelizar el comportamiento de esta población, lo que vemos en el siguiente gráfico.



EL ASEGURADOR DEBE TRATAR DE MODELIZAR EL RIESGO DE SUPERVIVENCIA DE LA POBLACIÓN CENTENARIA A LA LUZ DEL CONOCIMIENTO QUE APORTA EL COMPORTAMIENTO DE ESTE COLECTIVO EN LOS PRINCIPALES REGISTROS MUNDIALES



Esta modelización se propone para las edades extremas y tomando como base la tabla de la Seguridad Social antes mencionada, en la que se utilizan sus datos

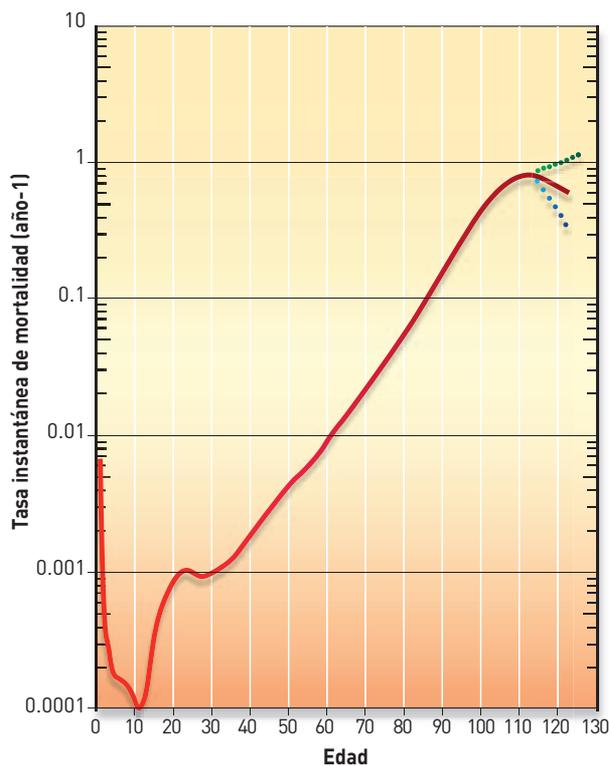


Figura A. Resultados de la Seguridad Social y ajuste manual a la edad de 90 años (con límites de confianza aproximados de $\pm 1\sigma$)

hasta los 90 años de edad (según Robert Young, miembro fundador de la Fundación de Investigación de Supercentenarios). Los datos de la Seguridad Social de Estados Unidos probablemente no sean fiables por encima de los 95 años, y a partir de esa edad se realiza un ajuste manual que combina la tabla y el modelo del resultado propuesto por Donald B. Gennery en el estudio *Mortality rate as a function of age* (2010).

Para el ajuste de las edades de 90 años se utilizaron los datos de seguimiento a un total 290 personas que habían alcanzado la edad de 90 años en 1920-1922 y se registró la edad a la que murieron, el último de ellos a los 102 años.

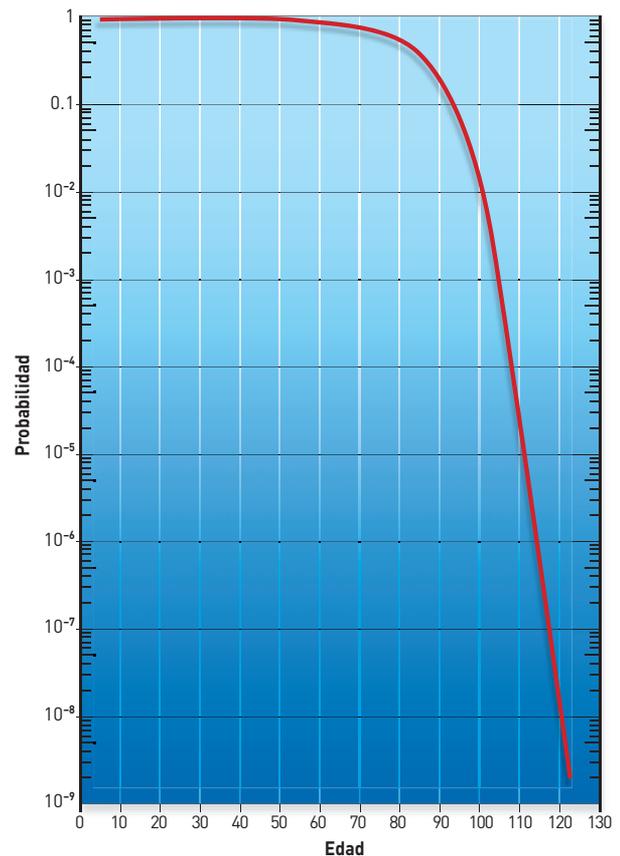


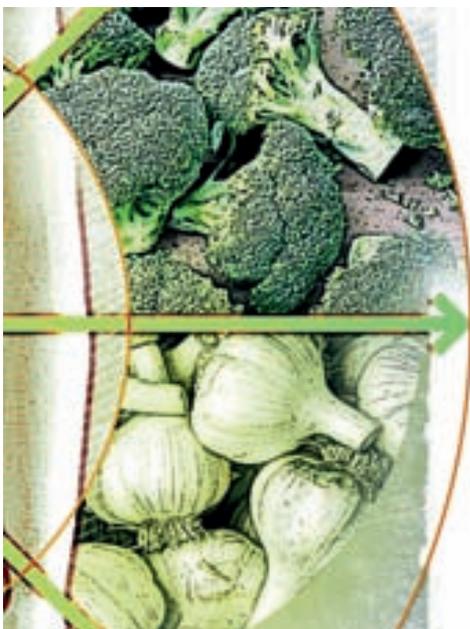
Figura B. Probabilidad de supervivencia por edad derivada de la curva en la figura A.

«LA EXISTENCIA DE UNA MESETA EN LA MORTALIDAD TARDÍA DE LA VIDA PARA LOS SERES HUMANOS Y OTRAS ESPECIES IMPLICA QUE EL ENVEJECIMIENTO SE DETIENE POR ENCIMA DE UNA CIERTA EDAD», SEGÚN EL DOCTOR GREGORY FAHY, DEL LABORATORIO DE CRIOPRESERVACIÓN DE ÓRGANOS

Esta propuesta de modelo de comportamiento de la longevidad de la población general basada en la experiencia de los supercentenarios permite extraer algunas conclusiones adicionales a la más relevante, que es la existencia de una meseta de mortalidad al alcanzar los 110 años. Estas conclusiones son del propio Donald B. Gennery: «De acuerdo con la tabla anterior, la probabilidad de alcanzar esta edad es $2,11 \times 10^{-9}$. Mediante la estimación de 300 millones de nacimientos, el número esperado de nacidos hoy que alcanzarán la edad de 122 años sería de 0.6333 personas, y aplicando el factor corrector de diferencias de mortalidad actual y pasada de 5,41, produce 0,117 como el número aproximado esperado hoy de personas que deberían tener 122 años de edad teniendo en cuenta las tasas de mortalidad más altas en el pasado».

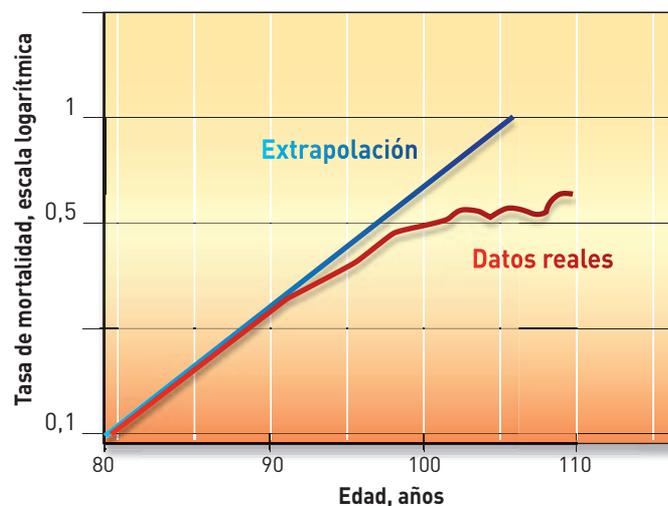
La modelización de las edades centenarias tomando forma de meseta es una propuesta que podemos encontrar en la literatura actuarial más reciente a través de los modelos bioactuariales y los modelos de heterogeneidad no observable.

Con respecto al primero, citaremos los estudios de Gavrilov & Gavrilova en *Handbook of the Biology of Aging* (Academic Press, 2006). En esta obra, partiendo de la teoría de la fiabilidad de los sistemas, se concluye que



el riesgo de fallo no está necesariamente relacionado con la edad y que incluso llega a ser irrelevante. Y al observar el comportamiento biológico de determinados seres vivos mediante estudios longitudinales, afirma que la mortalidad en la última parte de la máxima vida probable produce una desaceleración del incremento de las tasas de mortalidad, llegando a una meseta a una determinada edad; es decir, la tasa de mortalidad se mantiene constante. Gavrilov denomina a este proceso «mortalidad cinética», pues no hay desgaste biológico del ser vivo.

Por este comportamiento singular de las edades extremas, como ya hemos comentado anteriormente, los modelos actuariales de Gompertz o incluso de Weibull no reproducen adecuadamente los modelos de fiabilidad de los seres vivos, que en el caso de los seres humanos se puede comprobar con el comportamiento de la evolución de la población de Suecia, en *Mortality of Swedish women for the period of 1990-2000 from the Kannisto-Thatcher Database on Old Age Mortality* y en la fuente Gavrilov-Gavrilova *Why we fall apart. Engineering's reliability theory explains human aging*. (IEEE Spectrum. 2004).



Vemos cómo a partir de los 90 años la curva de supervivencia es mayor según la experiencia sueca que la propuesta por modelos de Gompertz.

Esta hipótesis nos propone un desafío a la teoría de que el ser humano tiene en los 120 años el límite de su dotación biológica, pues la modelización nos lleva a proponer lo contrario; es decir, la tasa de mortalidad en edades extremas, al ser constante, supone que la supervivencia no tiene límite en ninguna edad concreta. Esta propuesta tiene muchas similitudes con la conclusión del modelo descrito y elaborado sobre la experiencia de los supercentenarios.

La línea de trabajo basada en los modelos de heterogeneidad no observable, propuesta entre otros destacados investigadores actuariales por Olivieri y Pittaco, propone incorporar la variable fragilidad al modelo tradicional de mortalidad. Esto es, la supervivencia de un individuo está afectada por su propensión a la longevidad, que es una variable relacionada con la

fortaleza fenotípica individual, que hace que los individuos que sobreviven a edades muy avanzadas tengan unas tasas de supervivencia que tienden a tomar forma de una meseta.

El origen de todos estos modelos los encontramos en observaciones de mortalidad de edades elevadas en países desarrollados en los que se constata una deceleración en las tasas de crecimiento de la mortalidad en dichas edades (Horiuchi y Wilmoth, 1998, Zen Yi y Vaupel, 2003).

En el trabajo *Graduación de la mortalidad en Andalucía con modelos de mortalidad con heterogeneidad inobservable*, de Antonio Fernández Morales, publicado en 2009 en Anales del IAE, referido a la modelización de la variable de fragilidad (Z_x), los individuos con mayor probabilidad de fallecimiento presentan menores tasas de fragilidad. Se modeliza con las distribuciones Gamma o la Inversa Gaussiana, creando una función mixtura de mortalidad (Gompertz, Makeham)-fragilidad (Gamma o la Inversa Gaussiana).

Observamos que desde tres aproximaciones diferentes, a saber, registro de supercentenarios, modelos bioactuariales y modelos de heterogeneidad no observables, la ciencia actuarial es capaz de reproducir el comportamiento de la longevidad de los centenarios.

Sabemos, pues, que para estas edades hay una meseta en las tasas de mortalidad. Por tanto, los modelos actuariales deben ser corregidos y ajustados a esta tendencia, que empieza a ser cuantificable en la medida en que los registros de longevidad de esas edades empiezan a aportar datos consistentes y pueden sustituir a meras estimaciones de proyección generadas sobre tasas de mortalidad de edades inferiores.

Por consiguiente, de acuerdo a este conocimiento adquirido y modelizado, sí es conveniente que las entidades revisen el valor de sus pasivos. Tal y como



DESDE TRES APROXIMACIONES DIFERENTES –REGISTRO DE SUPERCENTENARIOS, MODELOS BIOACTUARIALES Y MODELOS DE HETEROGENEIDAD NO OBSERVABLES– LA CIENCIA ACTUARIAL ES CAPAZ DE REPRODUCIR EL COMPORTAMIENTO DE LA LONGEVIDAD DE LOS CENTENARIOS



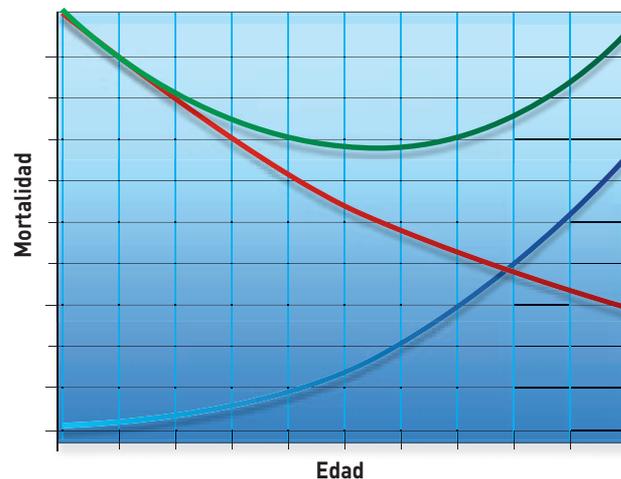
Modelos de longevidad fenotípicos

Una vez analizada la respuesta de la ciencia actuarial al fenómeno de la longevidad en las personas de avanzada edad, y en concreto a los centenarios, nos referiremos al estudio de la longevidad desde la visión que aporta la biodemografía evolutiva, que trata de aunar las teorías del envejecimiento de los radicales libres y del soma percedero. Considera, por tanto, que el proceso de longevidad es el resultado del impulso de adquisición de energía y su localización.

El estudio *Evaluation of mortality: Trajectories in evolutionary biodemography*, de Stephan B. Munch y Marc Mangel (PNAS, publicado *online* el 23 de octubre de 2006), aporta una óptica diferente para entender la longevidad y su repercusión en edades extremas.

El modelo fenotípico nos revela que las trayectorias de mortalidad están compuestas por dos variables que dependen del fenotipo: una dependiente del tamaño y otra que depende del daño. Para su valoración se toman determinados parámetros como múltiplos del metabolismo basal consumido en la alimentación variable en la que los individuos regulan el crecimiento, la acumulación del daño y la depredación del riesgo. A todos los parámetros se les asigna una interpretación mecanicista.

Veamos gráficamente las dos trayectorias de la mortalidad del modelo fenotípico:



Descomposición de la la mortalidad por edades.

afirma Olivieri (2006), «(...) la no consideración de la heterogeneidad debida a factores no observables en una cartera de vida resulta en una subestimación de los pasivos tanto en valor esperado como en la cola derecha, ya que la distribución de la mortalidad en una población heterogénea es distinta a la correspondiente a un grupo homogéneo, especialmente en las edades más avanzadas».

Sabiendo que nos encontramos ante un nuevo modelo actuarial que modifica la hipótesis central de la biometría basada en el modelo de Gompertz (1820), la ciencia actuarial tiene que ser capaz de proponer la edad a partir de la cual la mortalidad comienza a desacelerarse. Todas las investigaciones nos llevan a proponer el rango 90-95 y a valorar por otra parte la intensidad de la meseta.

Ante esta situación, quizá la mejor solución es asumir que existe este fenómeno nuevo, revisando la subestimación de pasivos de la cola derecha de asegurados y ajustando la reserva en la medida en que los modelos se ajusten a realidades estadísticas conocidas, que en los casos de la población centenaria debemos servirnos de fuentes de registros poblaciones internacionales.



En la medida en que se avance en el conocimiento fenotípico profundizando en los biomarcadores, este modelo nos aportará la métrica necesaria para entender el fenómeno de la longevidad extrema.

Continuando con esta argumentación biomédica, profundizamos un paso más en el conocimiento de la longevidad máxima (MLSP, *Maximum Life Span Potential*), que representa el número máximo de años que puede vivir un individuo por pertenecer a una especie determinada.

La longevidad máxima viene determinada por el genoma, que es constante y característico de cada especie. La longevidad máxima correlaciona con la resistencia a los procesos generales de envejecimiento y es inversamente proporcional a la velocidad máxima de envejecimiento de las especies (Cutler, 1984).

Las dos teorías biogénéticas que se relacionan con el envejecimiento son la teoría de los radicales libres y la teoría del acortamiento de los telómeros.

Existen numerosos estudios que demuestran que existe una relación entre la producción de radicales libres y la longevidad máxima.

El análisis de José Gómez Sánchez en su tesis doctoral (2010, UCM–Facultad de Biología) nos ayuda a entender este proceso. Así, afirma que la tasa de producción de radicales libres correlaciona de forma inversa con la longevidad máxima de las especies, de forma que esta tasa es mayor en especies de vida corta que en especies longevas (Barja *et al.*, 1994b; Lambert *et al.*, 2007; Robert *et al.*, 2007).

En este punto es donde podemos introducir aspectos de estilos de vida como la restricción dietética, que se relaciona con la longevidad. Numerosas investigaciones han demostrado que la restricción dietética es capaz de reducir la producción mitocondrial de radicales libres (Sohal *et al.*, 1994; Sohal & Weindruch, 1996; Gredilla *et al.*, 2001a,b; Barja, 2002a; Drew *et al.*, 2003; Bevilacqua *et al.*, 2004; Judge *et al.*, 2004; Gredilla & Barja, 2005).

La teoría del acortamiento de los telómeros

Todas las pruebas de envejecimiento nacen de la ciencia de los telómeros y la telomerasa, enzima que controla el reloj biológico de la célula. De hecho, Jerry Shay, del Southwestern Medical Center de Dallas (Texas, EE UU), en un artículo publicado recientemente en *Science*, afirma que «es el mejor biomarcador de envejecimiento hoy disponible». Al igual que en la teoría de los radicales libres, con un estilo de vida saludable es posible volver a disponer de telómeros más largos.



AÚN NO ES POSIBLE MEDIR LA ESPERANZA DE VIDA CON EL TAMAÑO DEL TELÓMERO, PERO SÍ SE PUEDE CONOCER LA EDAD BIOLÓGICA DE UNA PERSONA EN RELACIÓN CON SU EDAD CRONOLÓGICA. CON MÁS ANÁLISIS TELOMÉRICOS SE PODRÁN ESTABLECER RELACIONES ENTRE EL ESTILO DE VIDA Y EL RELOJ BIOLÓGICO

Todavía no es posible medir la esperanza de vida de una persona con el tamaño del telómero, pero sí se puede conocer la edad biológica de una persona en relación con su edad cronológica. A medida que se incrementa el número de análisis teloméricos se podrán establecer relaciones entre el estilo de vida y el reloj biológico. Se ha demostrado, de hecho, que la obesidad y el tabaquismo llevan a una pérdida acelerada de telómeros.

Estas dos teorías biomédicas que tratan de explicar la longevidad tradicionalmente no encontraban relación entre ellas, si bien Ronald A. DePinho, del M.D. Dana-Farber Cancer Institute, afiliado a Harvard, sugiere en *Nature* (julio de 2011) que el acortamiento de los telómeros es la causa de la disfunción mitocondrial y de la disminución de las defensas antioxidantes. De manera conjunta, reducen la energía corporal y disminuyen el funcionamiento de los órganos, dos características del envejecimiento. Y agrega: «Lo que hemos descubierto es el camino principal del envejecimiento, que conecta diversos procesos biológicos relaciona-

dos con la edad que anteriormente se consideraban independientes unos de otros».

La relación entre ambas teorías aportará avances significativos en el conocimiento y métricas de la longevidad de los centenarios, en particular sabiendo que, como decía Heráclito, «la naturaleza ama ocultarse».

Por tanto, la ciencia biomédica estará en condiciones en los años venideros de valorar desde la genética y el estilo de vida la probabilidad de alcanzar edades centenarias y eventualmente supercentenarias.

La ciencia actuarial, aunque comienza a incorporar el conocimiento revelado desde la biomedicina, deberá profundizar en esta línea para poder modelar el riesgo de longevidad y evaluar a su vez la posibilidad de la extensión de la máxima vida probable en un escenario donde la esperanza de vida se aproxima a este indicador. Como dice un pensador, «el envejecer es algo inevitable, la lucha contra la tendencia biológica de nuestros genes a envejecer ha pasado de imposible a infinitamente poco posible».

En una estructura de dinámica demográfica donde los centenarios serán los verdaderos nuevos protagonistas, las carteras de rentas vitalicias se aproximarán hacia edades extremas, territorios inexplorados por el sector asegurador. La gran ventaja es que se pueden ir preparando estrategias de ajustes periódicos del pasivo contingente comprometido en el balance. ■

