

# Why Do we Live Longer? Decomposition by Cause of Life Expectancy in Spain between 1980 and 2009

*¿Por qué vivimos más? Descomposición por causa de la esperanza de vida española de 1980 a 2009*

Juan Manuel García González

## Key words

- Social Change
- Causes of Death
- Life Expectancy
- Longevity
- Mortality

## Palabras clave

- Cambio social
- Causas de muerte
- Esperanza de vida
- Longevidad
- Mortalidad

## Abstract

This paper describes and explains the recent trends in life expectancy at birth in Spain from an interdisciplinary perspective. It is based on two methods: segmented linear regression, and decomposition of life expectancy. The study consists of three sections. First, a description is provided of the demographic factors that explain the increase in the life expectancy at birth of the Spanish population from 1910 to 2009, which is in excess of 40 years. Second, the effect that changes in mortality have had on life expectancy at birth during 1980-2009 is analysed by cause of death of the population aged 65 and above. And third, the social and epidemiological causes underlying that increase are described. It is concluded that the increase of life expectancy at birth in Spain is mainly due to the reduction of mortality at advanced ages and a decrease in cardiovascular mortality.

## Resumen

Este trabajo describe y explica de forma interdisciplinaria las tendencias recientes de la esperanza de vida al nacimiento en España. Se utilizan dos metodologías: regresión lineal segmentada y descomposición de la esperanza de vida. El estudio consta de tres partes. Primero, se describen los factores demográficos que se encuentran tras el aumento de más de 40 años en la esperanza de vida al nacimiento de 1910 a 2009. Segundo, se analiza el efecto que el cambio de la mortalidad, por causa de muerte, en mayores de 65 años ha tenido en esa esperanza de vida en 1980-2009. Y tercero, se aportan las causas socio-epidemiológicas que hay detrás de dicho incremento. Se concluye que ese aumento se debe principalmente a la reducción de la mortalidad en las edades avanzadas y a la disminución de la mortalidad por enfermedades cardiovasculares.

## Citation

García González, Juan Manuel (2014). "Why Do we Live Longer? Decomposition by Cause of Life Expectancy in Spain between 1980 and 2009". *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 148: 39-60.  
(<http://dx.doi.org/10.5477/cis/reis.148.39>)

Juan Manuel García González: Universidad Internacional de La Rioja | [juanmanuel.garcia@unir.net](mailto:juanmanuel.garcia@unir.net)  
[gargonjm@gmail.com](mailto:gargonjm@gmail.com)

## INTRODUCTION<sup>1</sup>

We live longer because we die later. However tautological that may seem, the fundamental explanation is that the age of death is delayed, whilst the overall survival rate increases and the mortality rates for many causes of death are lower.

Social change encompasses multiple, interrelated dimensions, within which lifespan is certainly a substantial element. The average number of years that individuals live has a large influence on, amongst others, the policies to be applied, the type of companies that are set up, the pension system and family and work-life balance. Looking at this from the opposite perspective, it is also well known that the different components of social change have a major impact on lifespan: healthcare, education, employment, food, habits and behaviour largely determine how many years an individual lives. There is, therefore, a bidirectional relationship between social change and lifespan.

It is a well-known fact that the lifespan of the Spanish population has substantially increased during the last century. However, the social, demographic, and epidemiological reasons underlying this change still pose some questions. The results of this study are relevant both to the sociological field and the area of epidemiology. In fact, many epidemiological patterns are widely conditioned by social structures and dynamics.

In the case of Spanish society, there has been an obvious transformation in recent decades: a profound readjustment of the em-

ployment structure, medical and healthcare improvements, consumption patterns and, essentially, changes to male habits and behaviour and a shift in the role of women in all social areas from the 1970s onwards (Garrido, 1993).

In line with the above, this study seeks to build an interdisciplinary bridge in order to understand the evolution of lifespan in recent decades in Spain. Two objectives are proposed. The first is to examine the changes in life expectancy during the 1910-2009 period in Spain. To do so, trends in life expectancy at birth and at age 65, 80 and 90 will be described. Furthermore, these trends will be explained by decomposing them by age and sex. The second objective is to explain the contributions of the causes of death to life expectancy at birth in the more recent period from 1980 to 2009. A review will be made of the key social and epidemiological aspects of the main causes of death in Spain for those aged 65 and above, these causes accounting for observed trends in mortality. Additionally, the two most relevant causes of death (cardiovascular diseases and neoplasms) will be looked at in depth.

The results and the discussion that follows show that the increase in life expectancy of the Spanish population between 1980 and 2009 is mainly due to the increased survival in those of advanced age. Within this age group, the greatest positive contributions are the result of the decline in cardiovascular mortality, and the greatest negative contributions are produced by the mortality caused by diseases of nervous system and mental disorders.

## THEORETICAL CONTEXT

Leonard Hayflick (1988) used to say that there is only one cause of death at advanced ages, namely advanced age, and nothing can be done against its mortal effects. The impossible reduction in mortality at those

<sup>1</sup> This paper has been partially funded by the project entitled "Transformations of longevity, aging and old age in Spain. From 50 to 100 and above. Present and future", Ref CSO2010-18925, Spanish Ministry of Economy and Competitiveness (*Las transformaciones de la longevidad, el envejecimiento y la vejez en España. De 50 a 100 y más años. Presente y futuro*), Ref. CSO2010-18925, Ministerio de Economía y Competitividad).

ages has been a widely subscribed-to dogma in academic circles in recent decades. Coupled with this, various studies have shown some defined limits to the average human lifespan, with hardly any scope for improvement, and have highlighted the difficulties in reducing mortality rates from endogenous causes of death (Olshansky *et al.*, 1990).

However, empirical evidence and the current context of demographic and epidemiological transition show a different picture. Firstly, the survival of those of advanced years is capable of substantial improvements (Kannisto, 1994a, 1994b; Vaupel, 1997, 2004). Secondly, life expectancy ( $e_x$ ) has experienced a steady growth in demographically advanced countries over the last two centuries (Thatcher, Kannisto, and Vaupel, 1998; Oeppen and Vaupel, 2002; Vallin and Meslé, 2010). And thirdly, the research based on bio-demographical models and heterogeneous, fragile populations has shown the existence of a general plasticity in mortality, which is more evident in advanced ages (Robine, 2003; Scholz and Maier, 2003; Kistowski and Vaupel, 2007; Vaupel, 2010).

These studies show there is a slowdown occurring in mortality, with a move into increasingly advanced ages and a delay in aging, whilst at the same time improving overall survival.

These three processes are widespread in the majority of demographically advanced populations and emerging in others that are already in the final transition phase of mortality. Spain is no stranger to these processes, with a population characterised by its progressive aging (partly attenuated by immigration, as shown by Castro, 2010), by mortality being displaced to advanced ages and by a significant increase in the elderly population group. This context does not only affect the lifespan of the individual, but also the health services, the pension system, the care needs of the elderly, and family structures.

## DATA AND ANALYSIS TECHNIQUES

### Data

The database of deaths by cause of death of the Spanish National Statistics Institute (INE) (*Instituto Nacional de Estadística*) collects data on in Spain, according to age and sex. It is coded according to the World Health Organisation's (WHO) *International Classification of Diseases* (ICD). In the period analysed mortality data were collected from two different classifications (ICD-9, from 1980 to 1998, and ICD-10, from 1999 onwards).

The transition from ICD-9 to ICD-10 brought significant changes in the number, coding and distribution of items within the major groups of causes of death (Meslé and Vallin, 2008). This change in classification also inevitably caused a certain number of discontinuities in the statistical series of deaths and mortality, and with every new revision these series are again disrupted. In order to solve these problems, a process of standardisation and regrouping has been carried out of the causes of death between ICD-9 and ICD-10 using the classification and equivalence between groups of causes of death proposed (Eurostat, 1998).

This study on longevity in Spain is based on the recent period of 1980 to 2009 and covers the over 65s for three reasons. Firstly, because the main changes have occurred in these advanced ages. Secondly, because of the availability of data, as the INE has only provided data by cause of death since 1975. And thirdly, because the analysis is done based on development by decade. Following Andreev *et al.* (2002), the lowest number of causes possible have been taken, which should also help to avoid discrepancies between ICDs. The mortality trends for eight major groups of causes of death are as follows: infectious diseases, neoplasms, mental disorders, nervous system diseases, cardiovascular diseases, digestive diseases,

and external causes. Additionally, as recommended by Meslé (2006a), a group of “other diseases” has been considered. Three age groups have been worked with: those aged 65–79, 80–89, and 90 and over.

### Analysis techniques

Firstly, in order to determine the stages in the evolution of life expectancy, a *segmented linear regression* analysis was used, as proposed by Camarda *et al.* (2012), previously used in the analysis of epidemics (Muggeo, 2003) and genetic studies (García-Alegría *et al.*, 2007). Using this technique, breakpoints can be identified along the line of fit that runs throughout the period under study. Thus, optimising the coefficients of determination calculated for all possible breakpoints, the development of life expectancy in Spain from 1910 to 2009 is divided into statistically objective stages that are also demographically and sociologically relevant.

Secondly, in order to explain the impact of the different factors that influence the change of life expectancy in the Spanish population—sex, age, period and cause of death—a *decomposition of life expectancy* was used. This method involves decomposing the difference between two specific life expectancies—from two periods, two populations or by sex—into the contributions that each of the components have, whether it be age, cause of death, or both together. The analysis was applied to two of its aspects: firstly, using the technique advocated by Andreev *et al.* (2002), a calculation was made of the contributions that the changes in mortality have had on life expectancy; secondly, using Arriaga’s (1984) methodology and the modifications made by Nusselder and Looman (2004), life expectancy was decomposed into contributions by cause of death. These three techniques are based on the same mathematical assumptions, so they can be compared. Given the complexity of the calculations involved, only figures of the

results of the different contributions are shown.

Other theoretical decomposition approaches could also have been used to complement the methodology, but the above were chosen for several reasons. Three of these reasons will be explained. Firstly, Kitagawa’s (1995) method is the basis of the most current techniques, but it does not include the decomposition by cause of death. Second, the method used by Keyfitz (1985, 1989) is useful for revising evolution throughout time, but it assumes a constant improvement in mortality at all ages, which is not what happens in the Spanish case. And thirdly, Pollard’s (1988) technique is similar to Arriaga’s (1984), but it is an analytically less robust approach.

And thirdly and lastly, the changes in life expectancy have been explained by an analysis of mortality by cause from the sociological and the epidemiological perspective. The calculation of the trends recorded between 1980 and 2009 was carried out by using the standardised mortality ratios (SMRs) by sex, age and cause, the classic indicator in these type of studies (Meslé, 2006a). The ratios were standardised for two reasons: the length of the period under study and the change in the age structure of the population. Thus, the effect of age on mortality brought by the aging process is eliminated and data for the whole period can be compared between both years and sex. The standard population selected is the entire Spanish population exposed to the risk of dying from 1991 as provided by the *Human Mortality Database* (HMD). Although the choice was arbitrary, 1991 was elected because it was a census year.

### Methodological limitations

In its original formulation, the decomposition of life expectancy has three limitations. Firstly, its internal dynamics means that a considerable number of fluctuations appear

when single ages are taken, which is why it is recommended that wider age-range intervals are taken. Five-year intervals were taken, which are the most widely accepted range in the literature. Secondly, when the decomposition is carried out in terms of mortality by cause, the choice of the causes of death is essential and should be made in terms of the objectives of the study in question. It is therefore recommended that the major causes which have an insignificant impact on the total be included in a large group of "other causes". Thirdly, the number of causes of death chosen also involves an imbalance since, if too many are included, applying the technique results in an excessive fragmentation of the results, which makes interpretation difficult due to the low figures. This is why only the major causes of death, together with the large group of "other causes", have been introduced. The use of total SMRs has a limitation, as it tends to underestimate the mortality of the most frequent causes of death at advanced ages, in which the majority of deaths occur. From a healthcare point of view, deaths at a young age or within the adult age group are usually due to causes that could be avoided socially or through healthcare. Therefore their significance is much greater than that of the causes with the highest impact on advanced ages, which are directly related to the biological or life cycle.

## SPANISH LIFE EXPECTANCY FROM 1910 TO 2009

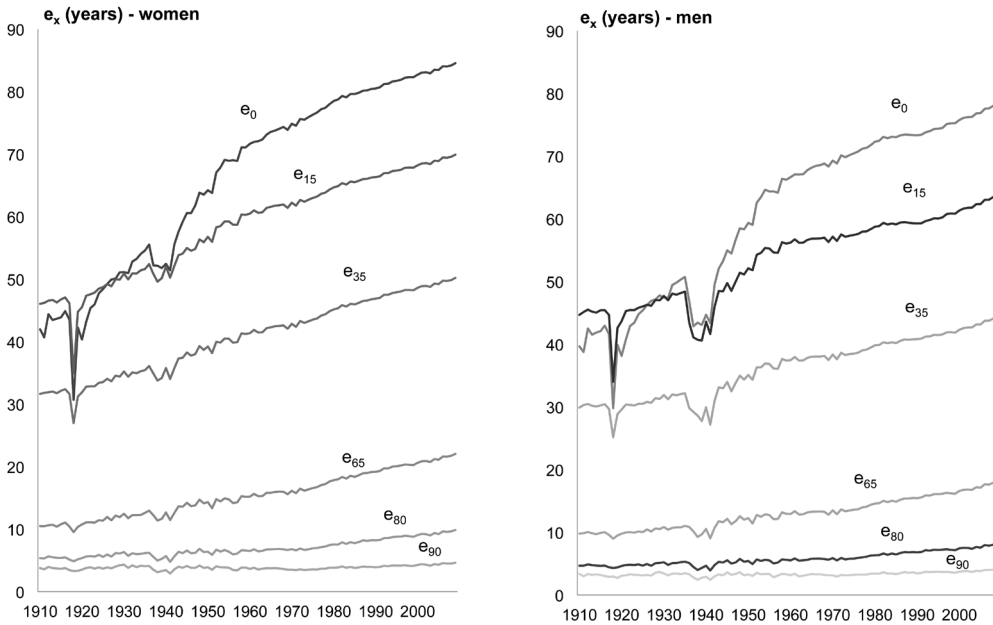
Although life expectancy at birth is not the most precise indicator, it is the most widely used for measuring the mortality of a population. From 1910 to 2009 life expectancy at birth in Spain grew by 42.6 years amongst women (to 84.5 years old), and by 38.8 amongst men (to 78.5 years old). The increase in life expectancy is visible at all ages (Graph 1): life expectancy at 15 increased by 23.9 years in women and 19.2 in men; at 35, it increased by 18.6 and 14.6 years respecti-

vely; at 65, by 11.6 and 8.3; and at 80, by 4.5 and 3.3 years; and finally, at 90, by 0.9 years for both sexes.

Therefore, the increase in lifespan was generalised throughout all age groups, both for men and for women. However, the pace of change has been uneven in that 100-year period. The segmented linear regression obtained by applying Camarda's *et al.* (2012) technique shows that the evolution of  $e_0$  in Spain from 1910 to 2009 consists of six stages, with breakpoints and changes of pace having adapted to the social, historical, political and economic life in Spain (Graph 2).

The first stage, from 1910 to 1921, shows an initially stable start, which plummeted due to the influenza epidemic of 1918 and 1919. The second stage, from 1922 to 1935, shows a strong and sustained increase due to a drastic reduction in infant mortality (Gómez Redondo, 1992) and an enormous improvement in the reproductive health of women and postpartum conditions (Ruiz-Salguero *et al.*, 2005). In the third stage, from 1936 to 1942, the civil war and the post-war period resulted in a demographic crisis, with an excess of deaths and a decline in  $e_x$ , above all amongst men. The fourth stage, from 1943 to 1957, is the stage of highest absolute and relative  $e_0$  growth in Spain, favoured by a very negative starting point and the great importance of social hygiene and health conditions. The fifth stage, from 1958 to 1986, showed a sustained increase of  $e_0$ , at a robust pace. The difference between sexes was accentuated in favour of women due to the behavioural risk factors amongst men-smoking, alcohol, high-risk professions, lower healthcare prevention levels. Additionally, the initial foundations for a social protection model were established. In the sixth and final stage, that from 1987 to 2009, a constant growth in  $e_0$  was seen, although at a lower rate than in the previous phases. It was characterised by minimal infant mortality, large fluctuations in juvenile/adult mortality and sharp declines in mortality at advan-



**GRAPH 1.** Life expectancy at birth by sex at age 15, 35, 65, 80, and 90. 1910-2009.

Source: Developed by the author from data from the HMD.

ced ages. The difference between sexes was gradually reduced (Canudas-Romo *et al.*, 2008), which is a new demographic development without any earlier precedents.

#### *The longevity revolution: life expectancy at 65, 80 and 90 years old*

The most recent improvements have happened in the advanced ages. Two facts can be identified that have been accentuated from the 1970s. First, infant mortality and the epidemiological profile of infectious diseases have almost exhausted their potential to increase life expectancy. And second, from then onwards, there was an increase in the quality of the data for those ages, which until that time had not been particularly reliable (Reher and Valero, 1995). This leads to a stage in which reliable databases become available, and the main determinants of lifespan become the changes in mortality and in epidemiology in the advanced ages.

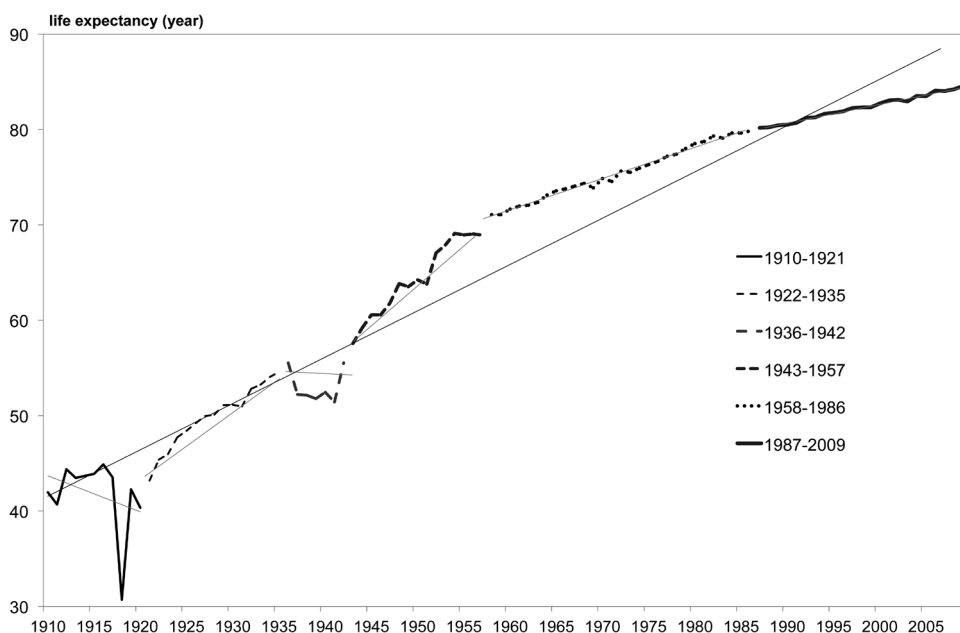
The 1910-2009 period can therefore be divided into two major stages of changes in life expectancy at advanced ages: 1910-1969 and 1970-2009. The increase is greater in the second stage, despite being a shorter time period.

Not only is the increase notable, but also the constant rate at which these life expectancies have increased. The linear fits made through segmented regression are robust. In fact, the coefficients of determination calculated exceed 0.97 for  $e_{65}$  and  $e_{80}$  and 0.88 for  $e_{90}$ . Without a doubt, this was an unprecedented collective achievement for Spanish society, which must be accounted for from a social, demographic and epidemiological perspective.

#### **Decomposition of life expectancy by age and cause of death**

The change in life expectancy of the Spanish population varies by sex, age, period and cau-

**GRAPH 2.** Life expectancy at birth. Observed values fit by a segmented linear regression, including lines of fit by stages. 1910-2009.



Source: Developed by the author from data from the HMD.

se of death. Firstly, a question arises as to the role that the change in the SMR by age and sex has played in the increase of longevity in Spain.

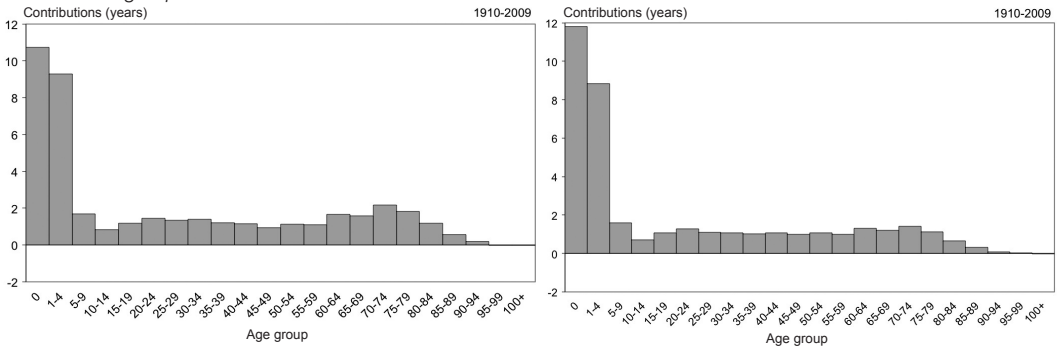
The increase in life expectancy at birth in the 1910-2009 period is mainly motivated by the decrease in infant mortality and in 1-4 years mortality (Graph 3), which represent 50% of the improvement. This is in line with the first phase of the change in mortality rates. The remaining 50% is shared equally amongst the other age groups.

In a more detailed way, Graph 4 shows, decade by decade, the contributions that the major age groups (0, 1-19, 20-39, 40-59, 60-79 and 80 and above) have wrought on the change of  $e_0$ . Until 1970 its increase was mainly due to the contributions from the infant and youth ages (decrease in infant mortality, and death caused by infectious diseases and childbirth and postpartum diseases). Nevertheless, ever since then, the emphasis has been on those of advanced ages, when there is an emphasis on the decline in old

age, in which a progressive move and compression of mortality and deaths occurs. In the decade of 1970 to 1979 the contribution of the decrease in infant mortality continues being noteworthy (30% of the total women, 47% of men), but already in 2000-09 the decline in infant mortality only contributed to the increase of  $e_0$  in 5% (for women) and in 3% (for men).

The 20-39 year-old population group played a key role in the evolution of  $e_0$  during the 1980s. The contributions of this age range in men amounted to 7% in 1970-79 and 25% in 1990-99, whilst in 1980-1989 they amounted to -39% (7%, 9% and 0% in women, respectively). As noted by Gómez Redondo and Boe (2005), this decline was due to potentially avoidable behaviour. Drug and alcohol abuse increased enormously, which had a multiplying effect on violent deaths, mainly road accidents, and the appearance of AIDS, whose impact was noticed decades later (Gómez-Redondo, 1995). The decrease in

**GRAPH 3.** Contributions of change in mortality to changes in life expectancy at birth by sex and five-year age groups. 1910-2009.



Source: Developed by the author from data from the HMD.

the prevalence of this kind of behaviour and the recovery of survival at those ages through inertia resulted in increased contributions of that age group in the following decades.

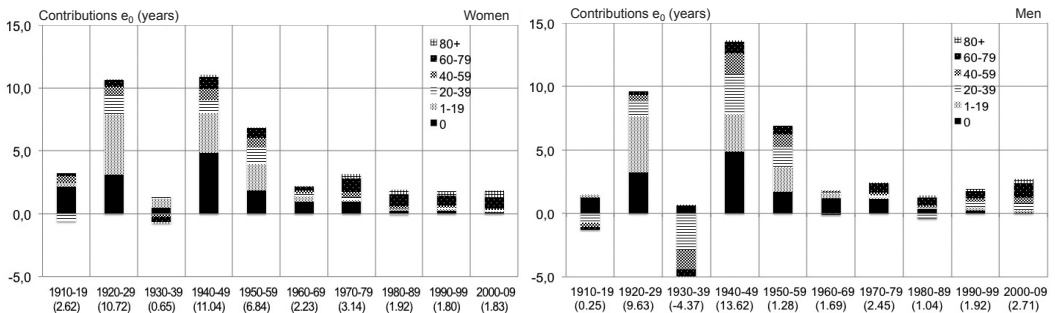
The advanced ages make up the group that has experienced the recent revolution in the longevity of the Spanish population. Until 1970 the contributions of the over 60s seldom amounted to 10% of the total increase in  $e_0$ . From 1970 onwards, however, this has increased for both sexes. It has risen from over 14% in women (-4% in men) in 1960-1969 to 40% (27%) in the following decade. In 2000-09 the figures reached 77% and 53% in women and men, respectively. Moreover, for the group aged 80 and above the increase is even greater.

**The contributions by cause of death from 1980 to 2009**

The decomposition of life expectancy at birth by age and cause of death completes the explanation of the changes in longevity of the Spanish population during the 1980-2009 period.

Throughout the 1980-2009 period, the greatest contributions to gains in life expectancy at birth came from the decrease in mortality due to diseases of the circulatory system. The gains were 3.8 years (63% of the total increase) and 3.3 years (53%) in women and men, respectively. These are based mainly on ages 65 and older, comprising 94% women and 87% men of all contribu-

**GRAPH 4.** Contributions of change in mortality to changes in life expectancy at birth by sex and decade. 1910-2009.



Source: Developed by the author from data from the HMD.



tions for this type of cause (Graph 5). Two facts can be deduced from this Graph. Firstly, that the decline in mortality from diseases of the circulatory system has been a major contributor to the increase in  $e_0$  in 1980-2009. And secondly, that the advanced ages—especially the octogenarian group—have caused most of the increase in lifespan. In fact, as the decades move on, a shift in the importance of contributions of increasingly older ages (Graph 6) has occurred. The contribution by decade of the ages of 65 years old or above continues to be in figures close to 90% in all cases. In short, what has been called the “cardiovascular revolution” in demography has had a noticeable effect on the growth of  $e_0$ , although its capacity for improvement was necessarily reduced by the previous achievements (García González, 2013).

The decline in cancer mortality has had little effect on changing  $e_0$  in 1980-2009. Its contribution was 0.4 years for women and 0.2 years for men, representing 7% and 3% of all positive contributions. The over-65 age group is those that contain most of the gains for women, whilst in the case of men,  $e_0$  is boosted by the improvement in the 40-80 age group. However, both their relative importance and the positive contributions have increased over time, mainly thanks to the emergence of early detection techniques and

the development of preventive behaviour. It is of interest that in 1980-89 the contribution in both sexes was negative, above all amongst men, amongst whom  $e_0$  had a decrease by 0.4 years. However, in 2000-09 neoplasms became settled as the second (female) and third (men) major cause of death whose decrease was the largest contributor to  $e_0$ .

Respiratory and digestive diseases also contributed positively to the increase in  $e_0$  in 1980-2009. Respiratory diseases contributed 0.5 years to the female  $e_0$  (0.6 to the male  $e_0$ ), and digestive diseases contributed 0.3 and 0.6 years, respectively. It is a contribution that decreases in percentage terms over time for both causes. Additionally, the over 65 ages were those whose decrease in mortality contributed most to that increase in  $e_0$ , with figures in excess of 80%. Regarding respiratory diseases, the drop to almost zero of its contributions during the 1990-99 decade is to be noted, as they were the years in which mortality from pneumonia and chronic lower respiratory diseases became stabilised prior to the severe downturn of the early 21st century (Graph 8).

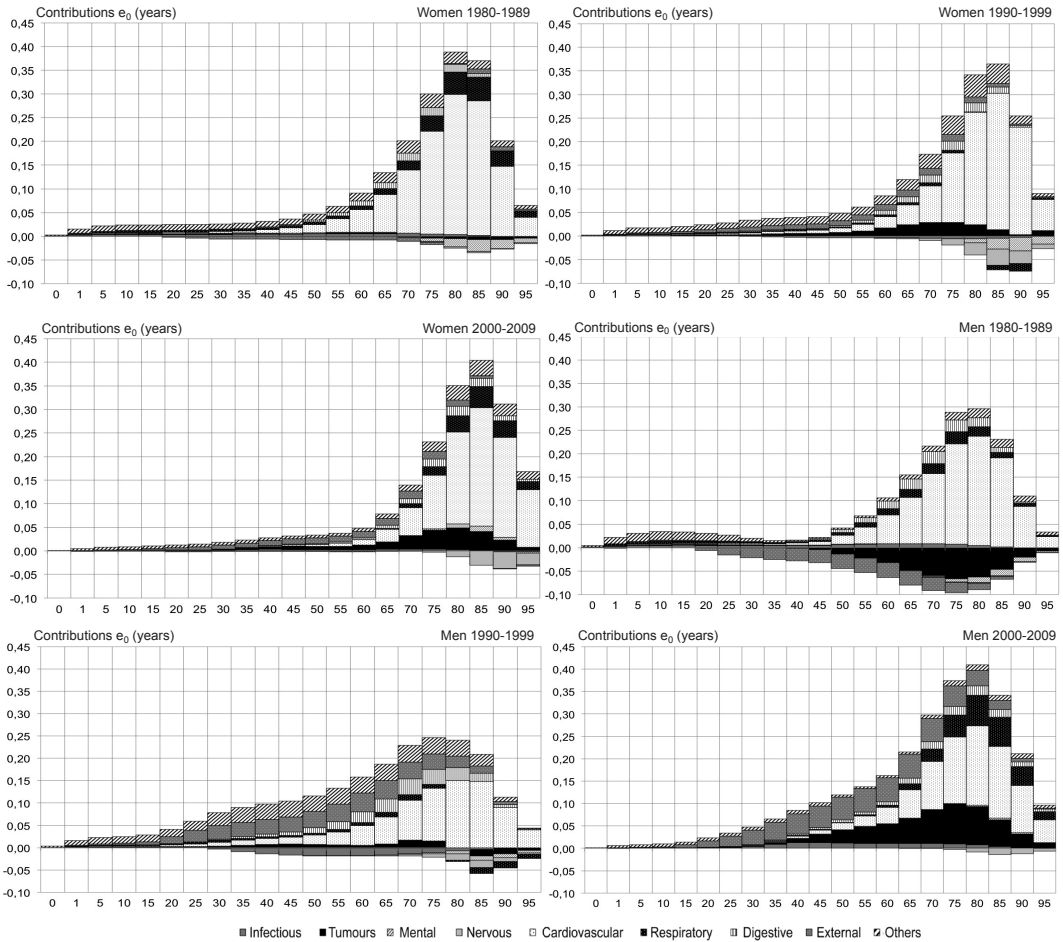
External causes have a positive contribution during the whole period; more significantly amongst men, where the reduction of mortality represents 13% of the contributions

**GRAPH 5.** Contributions of the nine major groups of causes of death to changes in life expectancy at birth by sex. 1980-2009.



Source: Developed by the author from data from the INE and HMD.

**GRAPH 6.** Contributions of the nine major groups of causes of death to changes in life expectancy at birth by sex. 1980-1989, 1990-1999 and 2000-2009.



Source: Developed by the author from data from the INE and HMD.

from 1980 to 2009. These causes have evolved unevenly throughout the decades. In 1980-89 the effect was negative for both sexes, but mainly affected men, as they suffered a decline of 0.3 years in  $e_0$  largely due to the high mortality among the young/adult ages (20-50 years). The next decade encompasses the turbulent 1980s, and the decreased mortality from external causes produces an increase in male  $e_0$  of 0.5 years (25% of total), thus becoming the second most significant group. The momentum continued in 2000-09, when it became the third strongest

force for the increase in  $e_0$ . However, the decline for women was virtually zero in 1980 to 1989, and the subsequent rise, albeit relevant, did not reach the level recorded amongst men.

Nervous diseases and mental disorders contributed negatively to the change in  $e_0$  in 1980-2009, with decreases of 0.2 and 0.1 years, respectively. Although the effect is limited, its growing importance throughout the decades is not. In 1980-89, the incidence of nervous diseases in  $e_0$  was still positi-

ve due to the decrease in mortality at younger ages, which counteracted the exponential increase experienced in the advanced ages and led to it becoming the main negative contributor to female  $e_0$  for the following two decades. Moreover, it is the only group of causes that makes  $e_0$  decrease in both sexes between 2000 and 2009. The contribution of mental and behavioural disorders lowered  $e_0$  in 1980-1999, a dynamic that changed slightly in 2000-09. It occurred to a greater extent amongst women, contributing negatively as the first and second leading cause of death in 1980-89 and 1990-99, respectively. The increase in prevalence and incidence is a typical sign of the epidemiological profile of recent times; they are diseases that almost exclusively affect older ages, and differentially in women. Thus, 99% and 95% of the negative contribution in 1980-2009 for nervous diseases and mental disorders, respectively, is due to women aged 80 and above. These figures reflect that it is fundamentally substantial and closely related to age.

Lastly, the heterogeneity of the group of "other causes" prompt some complications. Its contribution is second in importance in the 1980-2009 period (it involves an increase of 0.9 and 0.8 years in  $e_0$  for women and men, respectively), a position that was maintained in the 1980s and 1990s, but reduced significantly in 2000-09. Besides, an analysis of the contributions by age shows that the greatest contributions are from ages above 65 years old. Nevertheless, the profile is different by sex in each decade. For females, it follows the pattern described, whilst for males it has a bimodal distribution between 1980-89 and 1990-99. In the 1980s there was a peak in the infant/youth ages, which was probably the tail end of a sharp decline in mortality at these ages. The following decade there was a second trend in the 20-50 years old age group. These diagnoses are largely attributable to diseases such as AIDS and related to drug use.

## DISCUSSION

From the third quarter of the 20th century, the 65 years old and above age group has shown the greatest advances in survival. The reduction in mortality of the 65, 80 and 90 year old age group has been drastic, with the pace of reduction becoming more marked in the period 1970-2009. It is a significant achievement, considering that the lower mortality rates had started from a low level (Table I). An analysis of mortality trends by cause of death at these ages shows that it is fundamental in explaining the changes in longevity of the 1980-2009 period. These results show a notable similarity to those obtained in Catalunya by Spijker and Blanes (2009, 2011), and Blanes and Spijker (2010).

### *Cardiovascular improvement*

Without a doubt, the great motor for epidemiological change in Spain during 1980-2009 was the decrease in circulatory diseases, which started in countries with low mortality in the 1970s, and did not start in Spain until the 1980s. In the three age groups analysed, the SMRs decreased (Graph 7), as confirmed by other studies (Blanes, 2007; Robles, 2009; García González, 2011; Gómez Redondo *et al.*, 2014).

The relevance of this cardiovascular revolution suggests unbundling mortality into two of its components: cerebrovascular diseases and ischemic heart diseases, which have evolved differently.

Only mortality caused by cerebrovascular diseases has decreased in a regular manner in both sexes at all ages during the full period of 1980-2009 (Graph 8). Similarly, mortality from other heart diseases has also dropped, except for the group aged 90 and above, which did not begin to decline until the 1990s. In this period particular attention was given to controlling and monitoring of blood pressure (both in the public and private sector), which is an important risk factor in strokes. These decreases may also be due to lower rates of male alcohol and tobacco con-

**TABLE I.** Percentage reductions in the probability of death at age 65, 80, 90 and 100 in the 1910-1969 and 1970-2009 periods.

	Women		Men	
65 years-old	Total	Annual	Total	Annual
1910-2009	88.50	0.88	73.95	0.74
1910-1969	69.56	1.16	51.33	0.86
1970-2009	64.13	1.60	48.51	1.21
80 years-old	Total	Annual	Total	Annual
1910-2009	84.85	0.85	73.95	0.74
1910-1969	64.92	1.08	49.26	1.23
1970-2009	59.81	1.50	54.17	0.90
90 years-old	Total	Annual	Total	Annual
1910-2009	60.90	0.61	55.11	0.55
1910-1969	37.94	0.63	30.82	0.51
1970-2009	38.96	0.97	39.70	0.99

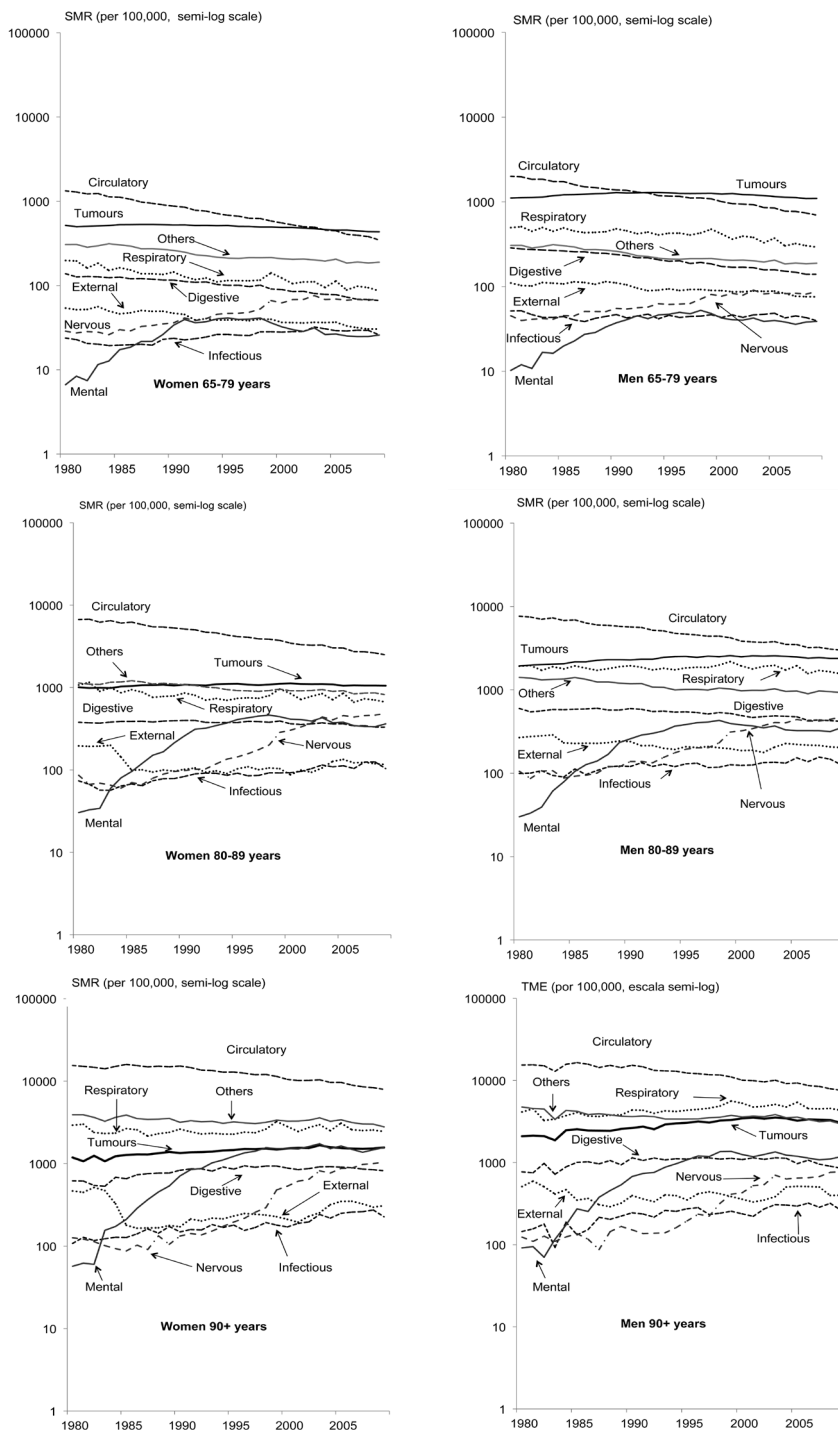
Source: Developed by the author from data from the HMD.

sumption, which have contributed to reducing the prevalence of arterial diseases (Més-lé, 2006b). Regarding the decrease within the “other heart diseases”, on the one hand, an important role has been played by the prescription of antibiotics—rheumatic fevers and diseases of the heart valves—(Flores-Mateo *et al.*, 2011), and on the other, by the decrease of some respiratory diseases, in which heart failure often appears in their terminal phases (Rutten *et al.*, 2005).

Mortality from ischemic heart disease (myocardial infarction and angina pectoris being the greatest exponents) has two features: male over-mortality at all ages, and stability throughout the whole period for both sexes with some slight drops at the end, especially for the group aged 65-79 and to a lesser extent, for the group aged 80-89 and 90 and above. The flat trend until the late 20th century can be explained by high smoking levels, poor diet and a lack of preventive techniques. The subsequent decrease is due to a successful combination of public health policies (treatment of coronary syndromes,

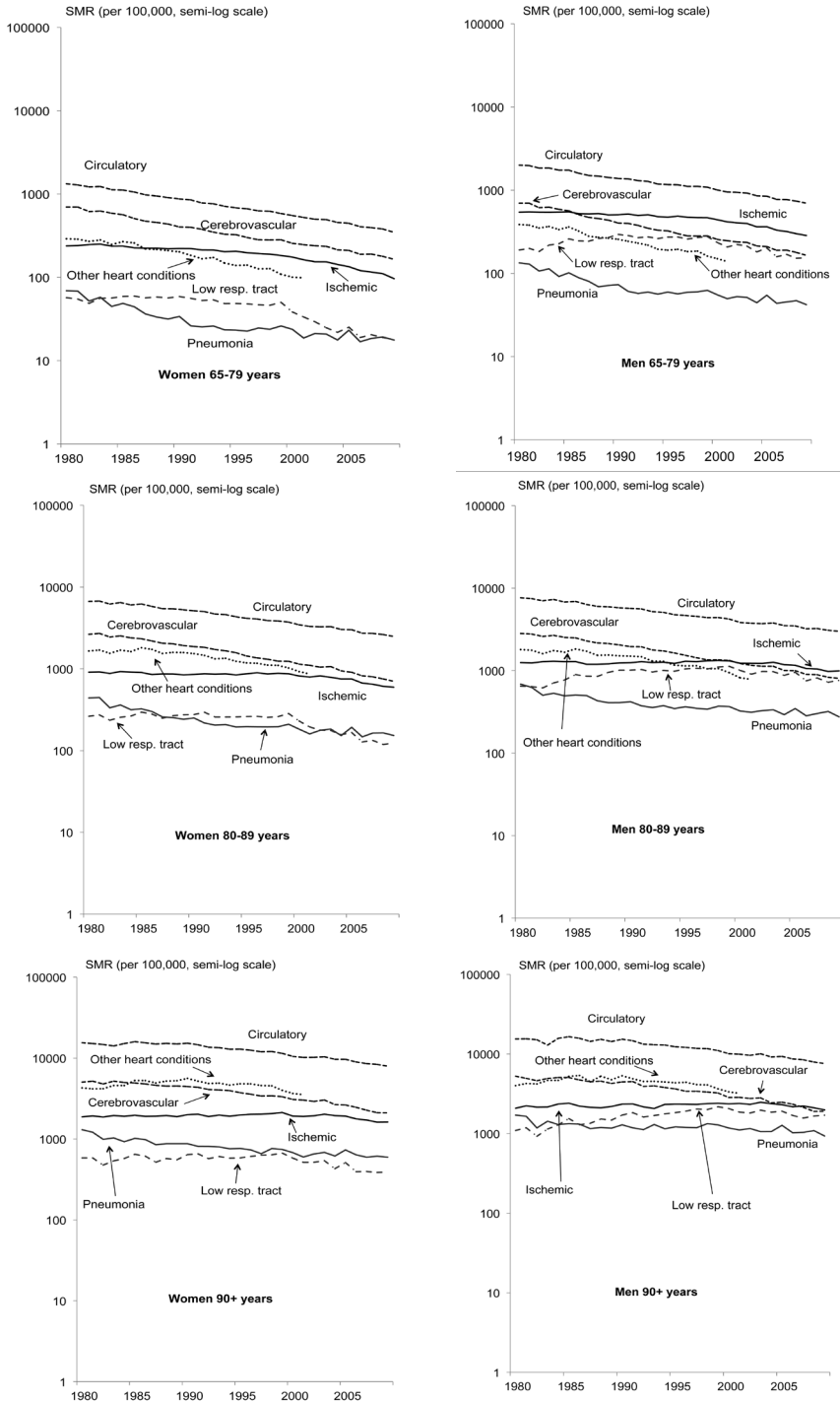
secondary prevention and the treatment of heart failure), and a variation in risk factors and behavioural changes (drop in cholesterol and systolic blood pressure). Lastly, there was a decrease in smoking (Peto *et al.*, 2006), anti-smoking laws in public spaces and workplaces were introduced (Agüero *et al.*, 2013), and an increase in health prevention also took place. In the same way, the subsequent reduction was due to a similar successful combination of public health policies, changes in risk factors and behavioural changes (Flores-Mateo *et al.*, 2011). By contrast, there are other negative factors: an increase in female smoking in young/adult generations (Nerín, 2005; Peto *et al.*, 2006.), of male obesity at all ages and of the prevalence of diabetes in both sexes (Banegas *et al.*, 2011). These three risk factors will be a difficult battlefield in the future. Their consequences are disastrous for mortality—not just for cardiovascular diseases, but also for other groups—and in the prevalence of disability. Prevention and education are the most effective responses.

**GRAPH 7.** SMR by sex and for the 65-79, 80-89 and 90 and above age groups for the nine major groups of causes of death. 1980-2009.



Source: Developed by the author from data from the INE and HMD.

**GRAPH 8.** SMR by sex and for the 65-79, 80-89 and 90 and above age groups for diseases of the circulatory and respiratory systems. 1980-2009.



Source: Developed by the author from data from the INE and HMD.



The cardiovascular revolution has therefore been based on three pillars: improvement in treatment, decrease in risk factors, and behavioural changes. This combination has caused a decrease in mortality due to cerebrovascular diseases and other heart conditions, and a significant decrease in the incidence of ischemic heart disease.

*The role of cancer: medical progress and behavioural changes*

The decomposition of mortality due to cancer has shown that it has had a positive contribution and has been on the increase throughout the 1980-2009 period. Its evolution and incidence, as well as the projections about future mortality, depend on four factors: increasing life expectancy, changes in habits and lifestyle, healthcare and medical progress, and the location of the cancer in the body.

Firstly, the increased mortality in the elderly is explained by an increase in longevity that involves the existence of ever larger groups with greater predisposition to suffer from cancer. Improvements in the medical field are fundamental in reducing rates, improving both screening techniques and attenuation or healing practices.

Secondly, at a social and behavioural level, certain habits and behaviours are likely to influence the likelihood of developing cancer: smoking, alcohol and changes in diet and lifestyle. In cancer, the impact of smoking is enormous (47% men, 14% in women, according to Peto *et al.*, 2006), and therefore, stopping smoking, which is different by sex, age and educational level, largely explains the trend changes. Smoking in general has declined, but since the 1970s consumption has increased rapidly amongst women under 50. Consequently, smoking rates among men and women of the generations born in 1970-1979 are almost equal (Fernández *et al.*, 2003). This increase in female smoking will have immediate impact on the mortality at younger advanced ages. However, the lar-

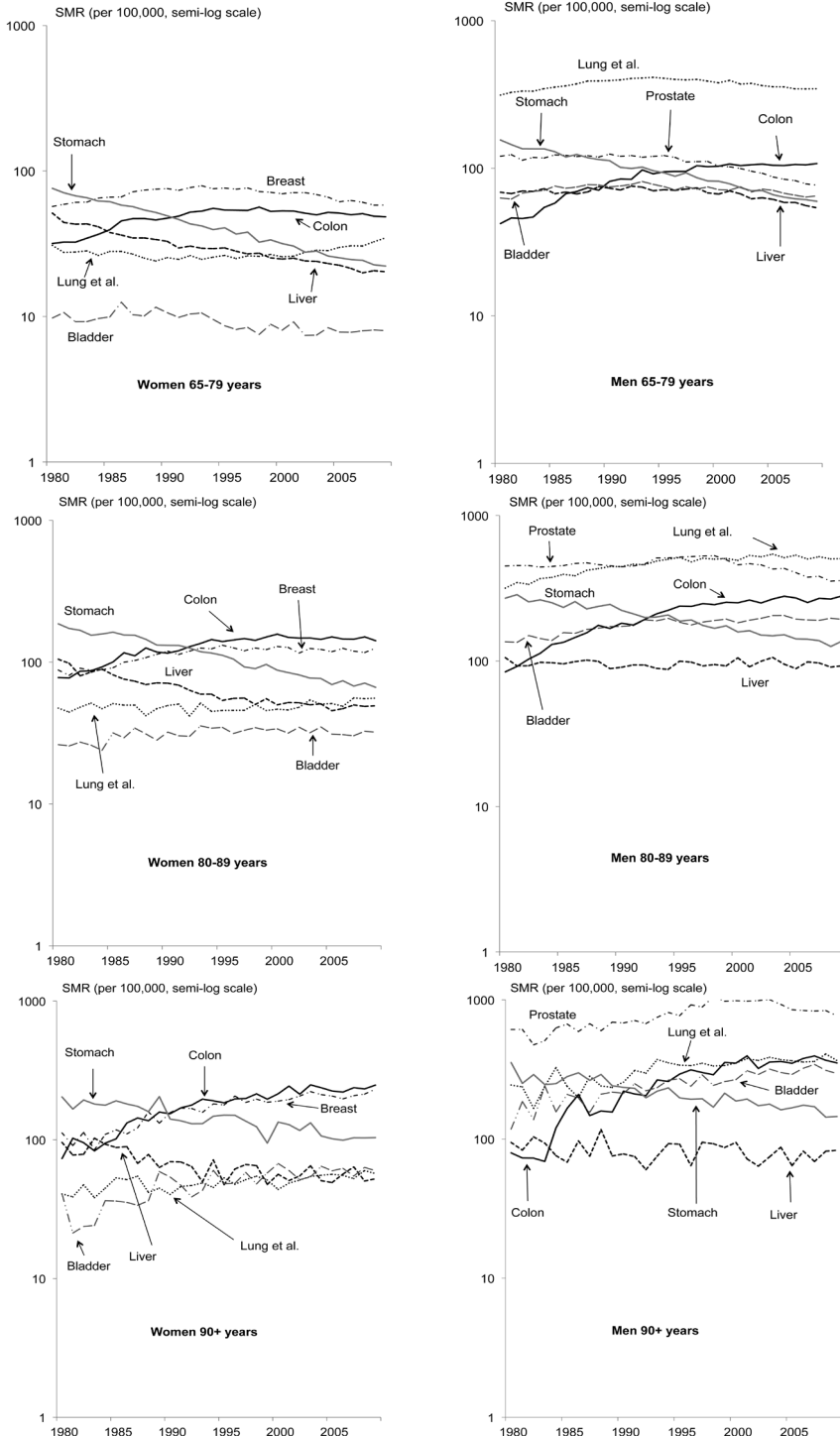
gest increase in female mortality is expected to occur when the generations born after 1960 reach age 65, as there will probably be a true epidemic of lung cancer (Levi *et al.*, 2007). In addition, continuous female smoking will most likely impact on reproductive health, cardiovascular diseases, chronic lung diseases and osteoporosis (Fernández *et al.*, 2001).

Thirdly and fourthly, medical progress has focused on developing techniques for early detection and monitoring of the cancer growth, closely linked to the location of the cancer in the body (Graph 9). In women, the prevalence of breast cancer has declined in recent years in the population group aged 65-79 due to the change of some risk factors (Izquierdo *et al.*, 2006), changes in perception of the benefits of early diagnosis (Izquierdo *et al.*, 2008), and better diagnostic capability (Masuet *et al.*, 2004). In men, prostate cancer mortality, after increasing significantly, started to decline from 2000 onwards as a result of improved diagnostic and treatment (Borras *et al.*, 2008). Mortality from stomach cancer has seen a general and steady decline, mainly due to better techniques of food preservation. Liver cancer—a highly lethal tumour—has decreased in women, and has remained stable among men. Diagnostic techniques have improved, but prevention needs to focus on reducing obesity, alcohol consumption and the prevention of diabetes. Lastly, smoking accounts for practically 90% of all lung cancers (Peto *et al.*, 2006).

*The emergence of mental disorders and nervous diseases*

From 1980 onwards, the SMRs of mental disorders have been multiplied by four in the population group aged 65-79, by twelve in the group aged 80-89 and by twenty in the group aged 90 and over. In the case of nervous diseases, the multiplication factors are two, five and eight, respectively. In both groups the incidence in women stands out significantly. As

**GRAPH 9.** SMR by sex and for the 65-79, 80-89 and 90 and above age groups for various tumors. 1980-2009.



Source: Developed by the author from data from the INE and HMD.

an example, at 90 years old or more, the mortality from mental disorders in women outnumbered neoplasms as the third cause of death. In any case, since the late 1990s the mortality of mental disorders has stabilised, whilst that of nervous diseases has increased slightly. These two large groups should be very much taken into account at this stage of the increase in longevity, as more and more people reach ages at which the prevalence of these diseases is higher. This is not only for demographic or epidemiological purposes, but for the quality of life now and in the near future, both for the patients and their caregivers. Thus, their impact on the evolution of life expectancy could be doubly negative.

The growth and stability of these two causes are closely related, since the diagnosis of some diseases is complicated and bordering on that of other groups. On one hand, the increase may be due to an improvement in the diagnosis of the main cause of death, whereas previously the main cause was considered to be respiratory or cardiovascular complications, which ultimately caused death. A common occurrence is the diagnosis of senile dementia, for which mortality has increased during the period under study, so it is difficult to identify whether its increase (and that of mental disorders) is the outcome of a real increase in incidence or of a better diagnosis. This would also partly explain the decline in mortality due to circulatory and respiratory diseases. In the same way, the bordering diagnosis is between Alzheimer disease—within the group of nervous diseases—and dementia—within the group of mental disorders. An improvement in the diagnosis of nervous diseases in the last decade may have caused the slight increase in the 2000-09 decade, and the subsequent stabilisation and slight decrease in mental diseases.

#### *The impact of the remaining groups of causes of death*

The impact of respiratory diseases has declined slightly, sometimes irregularly, throughout

the 1980-2009 period. However, it is considerable and continuous at advanced ages. The fluctuations that characterise their SMRs respond to epidemic patterns related to some other diseases, such as influenza or pneumonia, both having a high incidence in the advanced age groups. Some causes included in this group have a pronounced seasonality, both in winter (in the case of influenza), and summer (in the case of heat waves, such as in 2003) (Martínez *et al.*, 2004).

The three groups of causes of lower mortality are, in decreasing order, digestive diseases, external causes and infectious diseases. Firstly, digestive diseases have seen a downward trend in the 65 to 89 year old age groups, whilst their SMRs have increased for those over 90 years old. Men show higher rates, with a marked evolution of chronic liver diseases and of cirrhosis, which remained stable until the 1980s and then reduced their impact by half (Blanes, 2007). Secondly, mortality from external causes in old age has had a limited impact on changing  $e_0$  in the 1980-2009 period. In general, external causes have declined in all of the three groups considered, although they are experiencing an unexpected upsurge in recent years in more advanced ages, possibly as a result of an increased mortality from accidental falls and accidents in general, which had hitherto decreased along with traffic accidents and violent deaths. Thirdly, infectious diseases have relatively low SMRs, which increase with age and are more frequent among men. The trend is slightly upwards, probably due to the impact of an irregular increase in hospital sepsis.

Mortality from “other diseases” in the advanced ages has declined throughout the entire period, particularly since the late 1990s. Three factors underlie this decrease. Firstly, the diagnostic process has improved with the passing of time; this can be seen in the decrease in mortality of badly-defined diseases. Secondly, the high frequency of multiple causes of death in the deaths of the elderly makes

the accurate diagnosis of the main cause of death difficult, so is likely to be determined within the major traditional groups in order to minimise error. And thirdly, the bordering diagnosis involves that some diseases with a high incidence in advanced ages are potentially diagnosable in confusing cases, such as that of senility—included in others—and Alzheimer disease and dementia.

The basic social factors that have led to this transformation are the improvement of social and living conditions experienced by the elderly: health, medical care, welfare policies and living conditions. In that sense, the generations now reaching advanced ages had childhoods with difficult social conditions (influenza, wars, food and the unsanitary conditions of the early 20th century); so the hypothesis of natural selection survival posited by van Poppel and Liefbroer (2005) could find a reference point in the Spanish population.

## CONCLUSION

The life expectancy at birth of the Spanish population has doubled from 1910 to 2009. The main demographic reasons for this increase could be divided into two large stages. The first, from 1910 to 1969, was characterised by a strong decrease in the mortality of the 0-10 age group. The second, from 1970 to 2009, was marked by the decrease in mortality at advanced ages. This increase in survival has been accentuated as it has progressed over time and age simultaneously. In relative terms, these improvements in survival are the greatest that have occurred in the whole age cycle. From 1950 onwards, the mortality of the 85-year-olds has reduced by 50%, of the 90-year-olds by 44%, of the 95-year-olds by 30%, and of the 100-year-olds by 29%.

The epidemiological profile of the elderly Spanish population from 1980-2009 was marked by cardiovascular diseases, neo-

plasms and respiratory system diseases, which vary by gender and by age group. In general, men have higher SMRs than women. There is, therefore, greater male mortality, as a result of cancer and respiratory diseases.

Recently there has been a full cardiovascular revolution, which has made the highest contribution to life expectancy at birth, and still has much room for improvement. By contrast, the differential character of the location of neoplasms also involves a differential behaviour in contributions to life expectancy at birth. However, two broad battlefields need to be actively engaged with in the near future: early detection and a change in harmful or high-risk behaviour. For the first, investment is needed in high-quality medical research; for the second, awareness needs to be raised amongst the population, partly promoted by the public authorities, that certain habits are harmful for individual and public health.

The last open front is that of nervous system diseases and mental disorders, whose incidence in life expectancy has been negative. The increase in longevity and the inherent growth in the number of advanced ages means that its prevalence will increase. And not only this. It also has a deleterious effect on the quality of life of those who suffer them and their carers, and both groups are likely to grow in the near future.

In response to Leonard Hayflick, it can be stated, without a doubt, that mortality at advanced ages is capable of being changed and reduced. However, Hayflick's belief persists in some sectors of the population, and among some researchers and public authorities. The implications of this belief for the implementation of social, healthcare and innovation, research and development policies can become certainly pernicious. This demographic conservatism should be avoided as far as possible, particularly since it is accompanied by a progressive aging that requires

suitable policies in the short and mid-term. The demographic, epidemiological and social realities demand it.

## BIBLIOGRAPHY

- Agüero, Fernando *et al.* (2013). "Impact of a Partial Smoke-free Legislation on Myocardial Infarction Incidence, Mortality and Case-fatality in a Population-based Registry: the REGICOR Study". *PLoS One*, 8(1): e53722.
- Andreev, Evgueni M.; Shkolnikov, Vladimir M. and Begun, Alexander Z. (2002). "Algorithm for Decomposition of Differences between Aggregate Demographic Measures and its Application to Life Expectancies, Healthy Life Expectancies, Parity-progression Ratios and Total Fertility Rates". *Demographic Research*, 7(14): 499-522.
- Arriaga, Eduardo E. (1984). "Measuring and Explaining the Change in Life Expectancies". *Demography*, 21(1): 83-96.
- Banegas, José Ramón *et al.* (2011). "Smoking-attributable Deaths in Spain". *Medicina Clínica*, 136(3): 97-102.
- Blanes, Amand (2007). *La mortalidad en la España del siglo XX. Análisis demográfico y territorial*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona. [Thesis].
- y Spijker, Jeroen (2010). "Supervivència i patrons de mortalidad de la població catalana 1960-2007". *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 69: 67-96.
- Borrás, Josep Maria *et al.* (2008). "Análisis de la incidencia, la supervivencia y la mortalidad según las principales localizaciones tumorales, 1985-2019: cáncer de estómago". *Medicina Clínica*, 131(1): 78-82.
- Camarda, Carlo G.; Vallin, Jacques and Meslé, Françoise (2012). "Identifying the Ruptures Shaping the Segmented Line of the Secular Trends in Maximum Life Expectancies". *European Population Conference 2012*, Estocolmo.
- Canudas-Romo, Vladimir *et al.* (2008). "Mortality Changes in the Iberian Peninsula in the Last Decades of the Twentieth Century". *Population (English edition)*, 63(2): 319-342.
- Castro Martín, Teresa (2010). "¿Puede la inmigración frenar el envejecimiento de la población española?". *Análisis del Real Instituto Elcano*, 40.
- Eurostat (1998). *Causes of Death – ShortList*. Bruxelles: Eurostat.
- Fernández, Esteve *et al.* (2003). "Prevalence of Cigarette Smoking by Birth Cohort among Males and Females in Spain, 1910-1990". *European Journal of Cancer Prevention*, 12(1): 57-62.
- ; Schiaffino, Anna and Peris, Mercé (2003). "Tabaquismo en mujeres: un problema de salud emergente". *Enfermedades emergentes*, 3: 184-190.
- Flores-Mateo, Gemma *et al.* (2011). "Análisis de la disminución de la mortalidad por enfermedad coronaria en una población mediterránea: España 1988-2005". *Revista Española de Cardiología*, 64(11): 988-996.
- García González, Juan Manuel (2011). *La transformación de la longevidad en España de 1910 a 2009. Un análisis demográfico de centenarios y supercentenarios*. Universidad Nacional de Educación a Distancia. [Thesis].
- (2013). "Contribuciones de la mortalidad cardiovascular a la esperanza de vida de la población española de 1980 a 2009". *Revista Española de Cardiología*, 66(11): 848-853.
- García-Alegría, Eva *et al.* (2007). "Analysis of FMR1 Gene Expression in Female Premutation Carriers using Robust Segmented Linear Regression Models". *RNA*, 13: 756-762.
- Garrido, Luis (1993). *Las dos biografías de la mujer en España*. Madrid: Instituto de la Mujer.
- Gómez Redondo, Rosa (1992). *La mortalidad infantil española en el siglo XX*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- (1995). "Vejez prolongada y juventud menguada. Tendencias en la evolución de la esperanza de vida de la población española, 1970-1990". *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 71-72: 79-108.
- ; García González, Juan Manuel and Faus Bertomeu, Aina (2014). "Changes in Mortality at Older Ages: the Case of Spain (1975-2006)". In: Anson, J. and Luy, M. (eds.). *Mortality in an International Perspective*. Berlin: Springer.
- and Boe, Carl (2005). "Decomposition Analysis of Spanish Life Expectancy at Birth". *Demographic Research*, 13(20): 521-546.
- Hayflick, Leonard (1988). "The Likely Health, Longevity, and Vitality of Future Cohorts of Mid Life and Older Persons". Conferencia en la *American Association of Retired People*, Washington, DC.



- Izquierdo, Àngel *et al.* (2006). "Incidencia del cáncer de mama en Cataluña: análisis de la tendencia". *Medicina Clínica*, 126(8): 286-289.
- *et al.* (2008). "Análisis de la incidencia, la supervivencia y la mortalidad según las principales localizaciones tumorales, 1985-2019: cáncer de mama". *Medicina Clínica*, 131(1): 50-52.
- Kannisto, Väinö (1994a). *Development of Oldest-old Mortality, 1950-1990: Evidence from 28 Developed Countries*. Odense: Odense University Press.
- (1994b). "Reductions in Mortality at Advanced Ages: Several Decades of Evidence from 27 Countries". *Population and Development Review*, 20: 793-809.
- Keyfitz, Nathan (1985). *Applied Mathematical Demography* (2<sup>nd</sup> ed.). New York: Springer.
- (1989). "Decomposition and Reassembly of the Age-time Distribution". *NUPRI Research Paper Series*, 49.
- Kitagawa, Evelyn M. (1955). "Components of a Difference between Two Rates". *American Statistical Association Journal*, 50(272): 1168-1174.
- Levi, Fabio *et al.* (2007). "Trends in Lung Cancer among Young European Women: The Rising Epidemic in France and Spain". *International Journal of Cancer*, 121(2): 461-465.
- Martínez Navarro, Ferrán; Simón-Soria, Fernando and López-Abente, Gonzalo (2004). "Valoración del impacto de la ola de calor del verano de 2003 sobre la mortalidad". *Gaceta Sanitaria*, 18: 250-258.
- Masuet, Cristina *et al.* (2004). "La práctica de la mamografía preventiva en Cataluña: Un paso adelante". *Gaceta Sanitaria*, 18(4): 321-325.
- Meslé, France (2006a). "Causes of Death among the Oldest-old: Validity and Comparability". In: Robine, J.-M. *et al.* (eds.). *Human Longevity, Individual Life Duration, and the Growth of the Oldest-Old Population*. Berlin: Springer.
- (2006b). "Recent Improvements in Life Expectancy in France: Men Are Starting to Catch Up". *Population (English edition)*, 61(4): 365-387.
- and Vallin, Jacques (2008). "The Effect of ICD-10 on Continuity in Cause-of-death Statistics. The Example of France". *Population (English edition)*, 63(2): 347-359.
- Muggeo, Vito M. R. (2003). "Estimating Regression Models with Unknown Break-points". *Statistics in Medicine*, 22(19): 3055-3071.
- Nerín, Isabel (2005). "El tabaquismo en la mujer: una atracción fatal". *Archivos de Bronconeumología*, 41(7): 360-362.
- Nusselder, Wilma J. and Looman, Caspar W. N. (2004). "Decomposition of Differences in Health Expectancy by Cause". *Demography*, 41(2): 315-334.
- Oeppen, Jim and Vaupel, James W. (2002). "Broken Limits to Life Expectancy". *Science*, 296(5570): 1029-1031.
- Olshansky, S. Jay; Carnes, Bruce A. and Cassel, Christine (1990). "In Search of Methuselah: Estimating the Upper Limits to Human Longevity". *Science*, 250(4981): 634-640.
- Peto, Richard *et al.* (2006). *Mortality from Smoking in Developed Countries. 1950-2000. Spain*, (2<sup>nd</sup> ed.) Oxford: Oxford University Press.
- Pollard, John H. (1988). "On the Decomposition of Changes in Expectation of Life and Differentials in Life Expectancy". *Demography*, 25(2): 265-276.
- Poppel, Frans van and Liefbroer, Aart C. (2005). "Living Conditions During Childhood and Survival in Later Life: Study Design and First Results". *Historical Social Research*, 30(3): 265-285.
- Reher, David-Sven and Valero, Ángeles (1995). *Fuentes de información demográfica en España*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Robine, Jean-Marie (2003). "Life Course, Environmental Change, and Life Span". *Population and Development Review*, 29(supplement): 229-238.
- Robles, Elena (2009). "¿De qué mueren los ancianos en España?". *Revista de Estudios Geográficos*, LXX(567): 567-598.
- Ruiz Salguero, Magda Teresa *et al.* (2005). *Anticoncepción y salud reproductiva en España: crónica de una (r)evolución*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Rutten, Frans H. *et al.* (2005). "Unrecognized Heart Failure in Elderly Patients with Stable Chronic Obstructive Pulmonary Disease". *European Heart Journal*, 26(18): 1887-1894.
- Scholz, Rembrandt and Maier, Heiner (2003). "German Unification and the Plasticity of Mortality at Older Ages". *Max-Planck-Institute for Demographic Research Working Paper*, 31.
- Spijker, Jeroen and Blanes, Amand (2009). "Mortality in Catalonia in the Context of the Third, Fourth and Future Phases of the Epidemiologi-



- cal Transition Theory". *Demographic Research*, 20(8): 129-168.
- and — (2011). "Las desigualdades territoriales de mortalidad en la España de los años sesenta: una aproximación a sus niveles y determinantes". *Revista de Demografía Histórica*, 29(1): 25-54.
- Thatcher, A. Roger; Kannisto, Väinö and Vaupel, James W. (1998). *The Force of Mortality at Ages 80 to 120*. Odense: Odense University Press.
- Vallin, Jacques and Meslé, France (2010). "Espérance de vie: peut-on gagner trois mois par an indéfiniment?". *Population et Sociétés*, 473: 1-3.
- Vaupel, James W. (1997). "The Remarkable Improvements in Survival at Older Ages". *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 352(1363): 1799-1806.
- (2004). "The Biodemography of Aging". *Population and Development Review*, 30: 48-62.
- (2010). "Biodemography of Human Ageing". *Nature*, 464(7288): 536-542.
- and Kistowski, Kristin G.V. (2007). "Die Plastizität menschlicher Lebenserwartung und ihre Konsequenzen". In: Gruss, P. (ed.). *Die Zukunft des Alterns*. Munich: Beck.

**RECEPTION:** February 14, 2013

**REVIEW:** September 18, 2013

**ACCEPTANCE:** January 27, 2014



# ¿Por qué vivimos más? Descomposición por causa de la esperanza de vida española de 1980 a 2009

*Why Do we Live Longer? Decomposition by Cause of Life Expectancy in Spain between 1980 and 2009*

**Juan Manuel García González**

## Palabras clave

- Cambio social
- Causas de muerte
- Esperanza de vida
- Longevidad
- Mortalidad

## Key words

- Social Change
- Causes of Death
- Life Expectancy
- Longevity
- Mortality

## Resumen

Este trabajo describe y explica de forma interdisciplinaria las tendencias recientes de la esperanza de vida al nacimiento en España. Se utilizan dos metodologías: regresión lineal segmentada y descomposición de la esperanza de vida. El estudio consta de tres partes. Primero, se describen los factores demográficos que se encuentran tras el aumento de más de 40 años en la esperanza de vida al nacimiento de 1910 a 2009. Segundo, se analiza el efecto que el cambio de la mortalidad, por causa de muerte, en mayores de 65 años ha tenido en esa esperanza de vida en 1980-2009. Y tercero, se aportan las causas socio-epidemiológicas que hay detrás de dicho incremento. Se concluye que ese aumento se debe principalmente a la reducción de la mortalidad en las edades avanzadas y a la disminución de la mortalidad por enfermedades cardiovasculares.

## Abstract

This paper describes and explains the recent trends in life expectancy at birth in Spain from an interdisciplinary perspective. It is based on two methods: segmented linear regression, and decomposition of life expectancy. The study consists of three sections. First, a description is provided of the demographic factors that explain the increase in the life expectancy at birth of the Spanish population from 1910 to 2009, which is in excess of 40 years. Second, the effect that changes in mortality have had on life expectancy at birth during 1980-2009 is analysed by cause of death of the population aged 65 and above. And third, the social and epidemiological causes underlying that increase are described. It is concluded that the increase of life expectancy at birth in Spain is mainly due to the reduction of mortality at advanced ages and a decrease in cardiovascular mortality.

## Cómo citar

García González, Juan Manuel (2014). «¿Por qué vivimos más? Descomposición por causa de la esperanza de vida española de 1980 a 2009». *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 148: 39-60.  
(<http://dx.doi.org/10.5477/cis/reis.148.39>)

La versión en inglés de este artículo puede consultarse en <http://reis.cis.es> y <http://reis.metapress.com>

**Juan Manuel García González:** Universidad Internacional de La Rioja | [juanmanuel.garcia@unir.net](mailto:juanmanuel.garcia@unir.net)  
[gargonjm@gmail.com](mailto:gargonjm@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN<sup>1</sup>

Vivimos más porque morimos más tarde. Por tautológico que parezca, la explicación básica es que se retrasa la edad de fallecimiento, aumenta la supervivencia general y disminuye la mortalidad en gran parte de las causas de muerte.

Dentro de las múltiples e interrelacionadas dimensiones que componen el cambio social, la duración de la vida es un elemento ciertamente sustantivo. El número medio de años que viven los individuos influye en gran medida, entre otras cosas, en las políticas a aplicar, en el tipo de empresas que se crean, en el sistema de pensiones y en la conciliación familiar-laboral. Al darle la vuelta a este prisma, es también notorio que los diferentes componentes del cambio social se tornan determinantes en la duración de la vida: sanidad, educación, empleo, alimentación, hábitos o comportamientos determinan en gran parte cuántos años vive un individuo. Existe, por tanto, una relación biunívoca entre cambio social y duración de la vida.

En este sentido, es un hecho ampliamente conocido que la duración de la vida de la población española ha aumentado sustantivamente durante el último siglo. Sin embargo, las razones sociales, demográficas y epidemiológicas que se encuentran detrás de ese cambio presentan aún algunos interrogantes. Los resultados de este trabajo son relevantes tanto en el campo de la sociología como en el área de la epidemiología. De hecho, muchos de los patrones epidemiológicos están ampliamente condicionados por la estructura y las dinámicas sociales.

En el caso de la sociedad española, la transformación que ha experimentado en las

últimas décadas es patente: profundo reajuste de la estructura laboral, mejoras médicas y sanitarias, pautas de consumo y, como elementos esenciales, la modificación de los hábitos y comportamientos masculinos y el cambio del rol de la mujer en todos los ámbitos sociales desde la década de los años setenta del siglo XX (Garrido, 1993).

Acorde a ello, este estudio pretende tender un puente multidisciplinar para comprender la evolución de la duración de la vida en las últimas décadas en España. Se plantean dos objetivos. El primero es examinar los cambios en la esperanza de vida durante el período 1910-2009 en España. Para ello, se describen las tendencias al nacimiento y a los 65, 80 y 90 años. Asimismo, se explican tales tendencias en esperanza de vida al nacimiento mediante su descomposición por edad y sexo. El segundo es explicar las contribuciones de las causas de muerte a la esperanza de vida al nacimiento en la etapa reciente de 1980 a 2009. Se analizan así las claves sociales y epidemiológicas de las principales causas de muerte en España a partir de los 65 años, causas que dan cuenta de las tendencias de mortalidad observadas. Complementariamente, se profundiza en las dos causas más relevantes: enfermedades cardiovasculares y tumores.

Los resultados y la discusión muestran que el aumento de la esperanza de vida de la población española de 1980 a 2009 se ha debido principalmente al aumento de la supervivencia en las edades avanzadas. Dentro de este grupo de edad, las mayores contribuciones positivas se deben a la disminución de la mortalidad cardiovascular, y las mayores contribuciones negativas se producen por la mortalidad por enfermedades del sistema nervioso y trastornos mentales.

## CONTEXTO TEÓRICO

Decía Leonard Hayflick (1988) que solo hay una única causa de muerte a las edades avanzadas: la edad avanzada, y nada podía

<sup>1</sup> Este artículo ha sido financiado parcialmente por el proyecto «Las transformaciones de la longevidad, el envejecimiento y la vejez en España. De 50 a 100 y más años. Presente y futuro», ref. CSO2010-18925, Ministerio de Economía y Competitividad.

hacerse contra sus efectos mortales. La imposible reducción de la mortalidad en esas edades ha sido un dogma ampliamente suscrita en los círculos académicos en las últimas décadas. Aparejado a ella, diversos estudios han señalado unos límites definidos de la duración media de la vida humana, sin apenas flexibilidad de mejora, y han subrayado las dificultades en disminuir la mortalidad por causas de muerte endógenas (Ols-hansky *et al.*, 1990)

Sin embargo, la evidencia empírica y el contexto actual de tránsito demográfico y epidemiológico muestran un panorama diferente. Primero, la supervivencia en las edades avanzadas es susceptible de sustantivas mejoras (Kannisto, 1994a, 1994b; Vaupel, 1997, 2004). Segundo, la esperanza de vida ( $e_x$ ) ha crecido regularmente en los países demográficamente avanzados durante los últimos dos siglos (Thatcher, Kannisto, y Vaupel, 1998; Oeppen y Vaupel, 2002; Vallin y Meslé, 2010). Y tercero, las investigaciones basadas en modelos biodemográficos y de poblaciones heterogéneas y frágiles han mostrado la existencia de una plasticidad de la mortalidad en general, más patente en las edades avanzadas (Robine, 2003; Scholz y Maier, 2003; Vaupel y Kistowski, 2007; Vaupel, 2010)

Estas investigaciones demuestran que está produciéndose una desaceleración de la mortalidad que se traslada a edades cada vez más avanzadas y un retraso del envejecimiento al mismo tiempo que la supervivencia general mejora.

Estos tres procesos se están dando de manera generalizada en la mayoría de las poblaciones demográficamente avanzadas y se vislumbran en otras que se encuentran ya en la última fase de la transición de la mortalidad. España no es ajena a tales procesos, con una población que se caracteriza por su envejecimiento progresivo (atenuado en parte por la inmigración, como señala Castro, 2010), una mortalidad desplazada a las edades avanzadas y un aumento notable del grupo de per-

sonas mayores. Este contexto no afecta solo a la duración de la vida, sino también a los servicios sanitarios, al sistema de pensiones, a las necesidades asistenciales de los mayores y a las estructuras familiares.

## DATOS Y TÉCNICAS DE ANÁLISIS

### Datos

La base de datos de defunciones por causa de muerte del Instituto Nacional de Estadística (INE) recopila las defunciones que se producen en España, según edad y sexo. La codificación se hace según las directrices de la *Clasificación Internacional de Enfermedades* (CIE) de la Organización Mundial de la Salud (OMS). En el período analizado se recogen defunciones de dos clasificaciones diferentes (CIE-9, de 1980 a 1998, y CIE-10, de 1999 en adelante).

El paso de la CIE-9 a la CIE-10 trajo considerables cambios en el número, la codificación y la distribución de las rúbricas dentro de los grandes grupos de causas de muerte (Meslé y Vallin, 2008). Además, este cambio de clasificación causa inevitablemente ciertas rupturas en las series estadísticas de defunciones y de mortalidad, y con cada nueva revisión esas series se interrumpen. Para solventar estos problemas, se ha realizado una homogeneización y reagrupamiento de causas de muerte entre CIE-9 y CIE-10 usando la clasificación y las equivalencias entre grupos de las causas de muerte que propone (Eurostat, 1998).

Este estudio de la longevidad en España se centra en el período reciente de 1980 a 2009 y comprende a los mayores de 65 años por tres razones. Primero, porque los principales cambios se han producido en las edades avanzadas. Segundo, por la disponibilidad de datos, ya que el INE únicamente provee datos de defunciones por causa de muerte desde el año 1975. Y tercero, porque el análisis se hace mediante la evolución por décadas. Por otro lado, siguiendo a Andreev

*et al.* (2002), se ha tomado el menor número de causas posible —lo que también ayuda a evitar discrepancias entre CIE—. Así, se exponen las tendencias de mortalidad para ocho grandes grupos de causa de muerte: infecciosas, tumores, trastornos mentales, enfermedades del sistema nervioso, del sistema circulatorio, del sistema respiratorio, del sistema digestivo y causas externas. Adicionalmente, como recomienda Meslé (2006a), se ha considerado un grupo de «otras». Se trabaja con tres grupos de edad: 65-79, 80-89, y 90 o más años.

### Técnicas de análisis

Primero, para determinar las etapas en la evolución de la esperanza de vida se ha empleado el procedimiento de *regresión lineal segmentada* propuesto por Camarda *et al.* (2012), y utilizado previamente en análisis de epidemias (Muggeo, 2003) o estudios genéticos (García-Alegría *et al.*, 2007). Esta técnica permite identificar los puntos de ruptura en la recta de ajuste lineal que recorre todo el período de estudio. De este modo, optimizando los coeficientes de determinación calculados para todos los posibles puntos de ruptura se divide el desarrollo de la esperanza de vida en España de 1910 a 2009 en etapas estadísticamente objetivas y que resultan, además, demográfica y sociológicamente relevantes.

Segundo, para explicar la incidencia de los diferentes factores que influyen en la transformación de la esperanza de vida de la población española —sexo, edad, período y causa de muerte— se ha utilizado la *descomposición de la esperanza de vida*. Este método consiste en descomponer la diferencia entre dos esperanzas de vida concretas —de dos períodos, dos poblaciones o por sexo— en las contribuciones que da cada uno de los componentes, ya sea edad, causa de muerte o ambas conjuntamente. El análisis se aplica en dos de sus vertientes: primero, con la técnica de Andreev *et al.* (2002) se

calculan las contribuciones que los cambios en la mortalidad han tenido en la esperanza de vida; segundo, con la metodología de Arriaga (1984) y las modificaciones de Nusser y Looman (2004) se descompone la esperanza de vida en contribuciones por causa de muerte. Estas tres técnicas se sustentan en los mismos supuestos matemáticos, lo que permite que sean comparables. Dada su complejidad de cálculo, solo se presentarán gráficos de los resultados de las distintas contribuciones.

Como añadido metodológico, se podrían haber utilizado otras aproximaciones teóricas de descomposición, pero se han elegido las indicadas por diferentes razones. Explicamos tres de ellas. Primero, el método de Kitagawa (1955) es la base de las técnicas más actuales, pero no incluye la descomposición por causa de muerte. Segundo, la de Keyfitz (1985, 1989) sirve para revisar evoluciones a lo largo del tiempo, pero asume una mejora constante de la mortalidad a todas las edades que no se produce en el caso español. Y tercero, la técnica de Pollard (1988) es análoga a la de Arriaga (1984), aunque con una menor robustez analítica.

En tercer y último lugar, los cambios en la esperanza de vida se han explicado mediante un análisis de la mortalidad por causa tanto desde el prisma sociológico como del epidemiológico. El cálculo de las tendencias registradas entre 1980 a 2009 se realiza a través de las tasas estandarizadas de mortalidad (TME) por sexo, edad y causa, indicador clásico en este tipo de estudios (Meslé, 2006a). Se ha procedido a la estandarización de las tasas por dos razones: la amplitud del período de estudio y la transformación en la estructura por edad de la población. De este modo, se elimina el efecto edad sobre la mortalidad que el proceso de envejecimiento trae consigo y permite la comparabilidad a lo largo de todo el período tanto entre años como por sexo. La población estándar que se elige es la pobla-



ción total española expuesta al riesgo de morir de 1991 que proporciona el *Human Mortality Database* (HMD). Aunque su elección sea arbitraria, se ha tomado 1991 por ser año censal.

### Limitaciones metodológicas

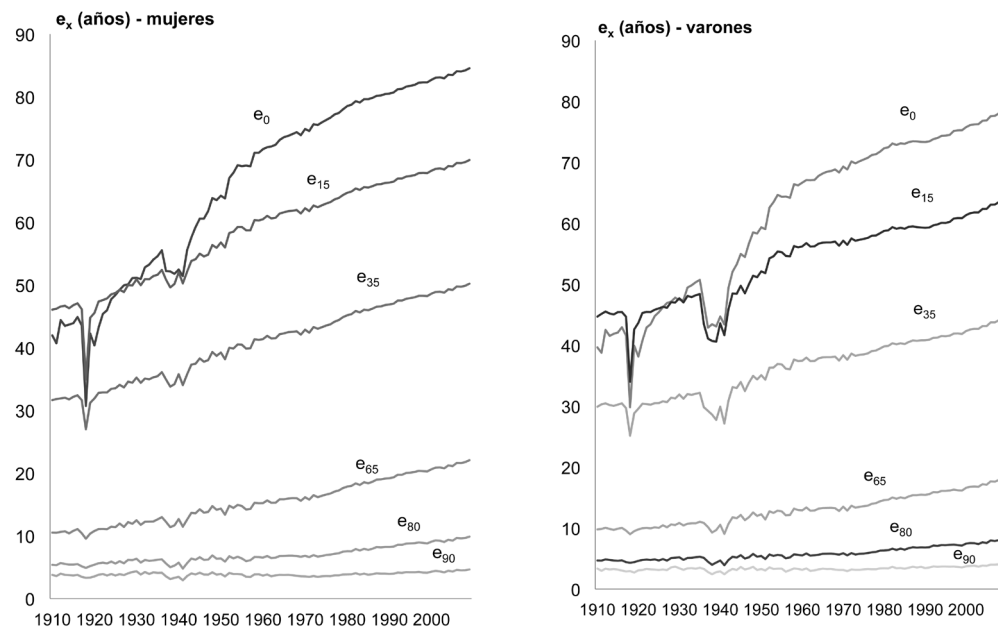
En su formulación original, la descomposición de la esperanza de vida presenta tres limitaciones. Primera, su dinámica interna hace que aparezcan muchas fluctuaciones cuando se toman edades simples, por lo que se recomienda el uso de intervalos de edad más amplios. Se utilizan intervalos quinquenales, en general los más aceptados en la literatura. Segunda, cuando la descomposición se realiza en términos de mortalidad por causa, la elección de las causas de muerte es fundamental y debe hacerse en función de los objetivos del estudio que se lleve a cabo. Así, se recomienda que las grandes causas que tienen un peso nimio en el total pasen a formar parte de un gran grupo de «otras causas». Tercera, el número de causas de muerte elegidas también implica desajustes: si se incluyen demasiadas, la aplicación de la técnica presenta el problema de una excesiva fragmentación de los resultados, que se traduce en dificultades en la interpretación debidas a las bajas cifras. Por eso, solo se han introducido las grandes causas de muerte más el grupo de «otras causas». El uso de las TME totales adolece de una limitación: tiende a subestimar la mortalidad de aquellas causas de muerte más frecuentes a las edades avanzadas, en las cuales se produce el grueso de fallecimientos. Desde un punto de vista sanitario, las muertes a las edades jóvenes o adultas suelen darse por causas que podrían evitarse social o sanitariamente, por lo que su trascendencia es mucho mayor que la de aquellas causas con mayor incidencia en las edades avanzadas, que están directamente relacionadas con el ciclo biológico o vital.

## LA EVOLUCIÓN DE LA ESPERANZA DE VIDA ESPAÑOLA DE 1910 A 2009

Sin ser el indicador más preciso, la esperanza de vida al nacimiento es el más extendido para medir la mortalidad de una población. De 1910 a 2009, la esperanza de vida al nacimiento en España creció 42,6 años entre las mujeres (hasta los 84,5 años) y 38,8 entre los varones (78,5). Las ganancias en esperanza de vida son perceptibles a todas las edades (gráfico 1): a los 15 años aumentó 23,9 años en mujeres y 19,2 en varones. A los 35, 18,6 y 14,6 años respectivamente. A los 65, 11,6 y 8,3 años. A los 80, 4,5 y 3,3 años. Y a los 90, 0,9 años para ambos sexos.

Por lo tanto, el aumento de la duración de la vida ha sido generalizado en todo el tramo etario para varones y mujeres. Sin embargo, el ritmo de cambio ha sido desigual en esos cien años. La regresión lineal segmentada que se consigue aplicando la técnica de Camarda *et al.* (2012) muestra que la evolución de  $e_0$  en España de 1910 a 2009 se compone de seis etapas cuyos puntos de ruptura y ritmos de cambio se acompañan a la realidad social, histórica, política y económica de España (gráfico 2).

La primera, de 1910 a 1921, contempla un inicio estable hundido por la pandemia de gripe de 1918 y 1919. La segunda, 1922-1935, presenta un fuerte y sostenido incremento debido a una severa reducción de la mortalidad infantil (Gómez Redondo, 1992) y a una enorme mejora de la salud reproductiva de las mujeres y las condiciones del puerperio (Ruiz-Salguero *et al.*, 2005). En la tercera, de 1936 a 1942, la guerra civil y la postguerra desencadenan una crisis demográfica con un exceso de defunciones y disminución de  $e_x$ , sobre todo entre los varones. La cuarta, de 1943 a 1957, es la etapa de mayor crecimiento absoluto y relativo de  $e_0$  en España, favorecida por un punto de partida muy negativo y una alta importancia de los condicionantes sociales en higiene y sanidad. La quinta, de 1958 a 1986, presenta

**GRÁFICO 1.** Esperanza de vida al nacimiento por sexo a los 15, 35, 65, 80 y 90 años de edad. 1910-2009.

Fuente: Elaboración propia con datos del HMD.

un incremento de  $e_0$  sostenido y a un ritmo robusto. La diferencia entre sexos se acentúa a favor de las mujeres debido a los factores comportamentales de riesgo de los varones —tabaquismo, alcohol, profesiones de riesgo, menor prevención en salud—. Además, se sientan las primeras bases para un modelo de protección social. En la sexta y última etapa, de 1987 a 2009, se observa un crecimiento constante de  $e_0$ , aunque a un menor ritmo que en fases anteriores. Se caracteriza por mínimos en la mortalidad infantil, grandes fluctuaciones en la mortalidad juvenil-adulta y fuertes descensos de la mortalidad a edades avanzadas. La diferencia entre sexos se reduce paulatinamente (Canudas-Romo *et al.*, 2008), novedad demográfica sin referencia previa.

#### *La revolución en longevidad: esperanza de vida a los 65, 80 y 90 años*

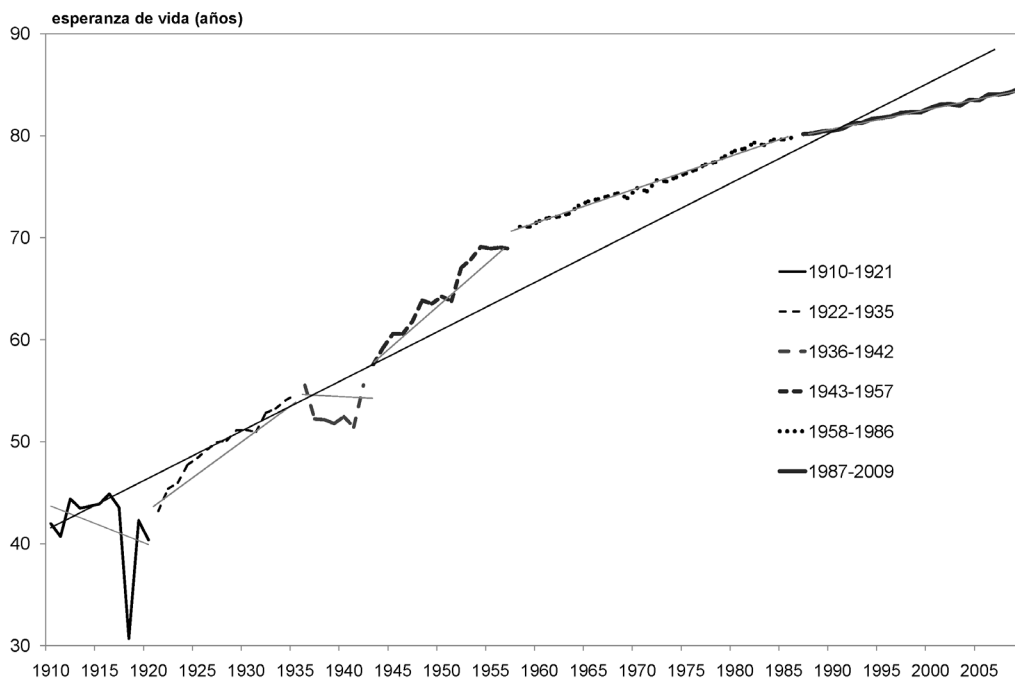
Las mejoras más recientes se han producido en las edades avanzadas. Pueden distinguirse dos hechos que se acentúan a partir de la

década de los años setenta. Primero, la mortalidad infantil y el perfil epidemiológico de las enfermedades infecciosas prácticamente agotan su potencial para incrementar la esperanza de vida. Y segundo, a partir de entonces aumenta la calidad de los datos a esas edades, que hasta esas fechas no gozaban de especial fiabilidad (Reher y Valero, 1995). Se da paso a una etapa en la que se dispone de bases de datos fiables, y en la que los principales determinantes de la duración de la vida pasan a ser los cambios en la mortalidad y en la epidemiología de las edades avanzadas.

El período 1910-2009 puede así dividirse en dos grandes etapas de cambio de la esperanza de vida a las edades avanzadas: 1910-1969 y 1970-2009. El aumento es mayor en el segundo período, aun siendo un intervalo temporal más corto.

No solo destaca el aumento, sino también el constante ritmo al que se han incrementado esas esperanzas de vida. Los ajus-

**GRÁFICO 2.** Esperanza de vida al nacimiento. Valores observados y ajustados mediante regresión lineal segmentada. Incluye rectas de ajuste por etapas. 1910-2009.



Fuente: Elaboración propia con datos del HMD.

tes lineales realizados a través de la regresión segmentada son robustos. De hecho, los coeficientes de determinación calculados superan el 0,97 en los casos de  $e_{65}$  y  $e_{80}$  y el 0,88 en el de  $e_{90}$ . Sin duda, para la sociedad española este ha sido un logro colectivo sin precedente alguno, de modo que se hace necesario explicarlo desde el punto de vista social, demográfico y epidemiológico.

### La descomposición de la esperanza de vida por edad y causa de muerte

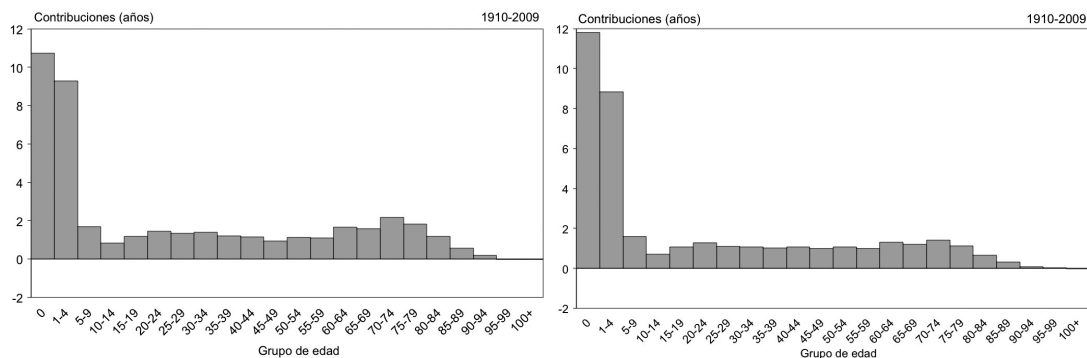
La transformación de la esperanza de vida de la población española varía por sexo, edad, período y causa de muerte. En primer lugar, cabe preguntarse por el rol que el cambio en las TME por edad y sexo ha desempeñado en la evolución de la longevidad en España.

El aumento de la esperanza de vida al nacimiento en el período 1910-2009 está prin-

cialmente motivado por el descenso de la mortalidad infantil y la de 1 a 4 años (gráfico 3), que comprenden un 50% de la mejora (un hecho común en el desarrollo de la primera fase de la transición de la mortalidad). El restante 50% se reparte de un modo homogéneo entre los otros grupos de edad.

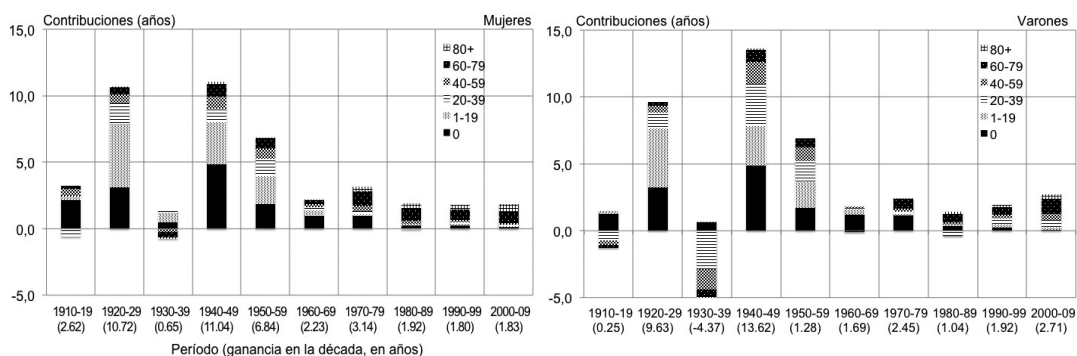
De un modo más pormenorizado, el gráfico 4 muestra, década a década, las contribuciones que los grandes grupos de edad (0, 1-19, 20-39, 40-59, 60-79 y 80 o más años) han aportado al cambio de  $e_0$ . Hasta 1970 su aumento se debe principalmente a las contribuciones de las edades infantiles y jóvenes (descenso de la mortalidad infantil y de la mortalidad por enfermedades infecciosas y enfermedades del parto y puerperio), mientras que, a partir de entonces, se pone el acento en el descenso en las edades avanzadas, en las que se produce un progresivo

**GRÁFICO 3.** Contribuciones del cambio en la mortalidad a las variaciones de la esperanza de vida al nacimiento por sexo y grupos quinquenales de edad. 1910-2009.



Fuente: elaboración propia con datos del HMD.

**GRÁFICO 4.** Contribuciones del cambio en la mortalidad a las variaciones de la esperanza de vida al nacimiento por sexo y década. 1910-2009.



Fuente: Elaboración propia con datos del HMD.

desplazamiento y compresión de la mortalidad y las defunciones. En la década 1970-1979 la contribución del descenso en la mortalidad infantil sigue siendo notable (30% del total en las mujeres, 47% en los varones), pero ya en 2000-2009 el descenso de la mortalidad infantil solo contribuye un 5% (mujeres) y un 3% (varones) al aumento de  $e_0$ .

El grupo poblacional de 20 a 39 años desempeñó un papel clave en la evolución de  $e_0$  durante los años ochenta. Las contribuciones de esas edades entre los varones suman un 7% en 1970-1979 y un 25% en 1990-1999, mientras que en 1980-1989 es

del -39% (7%, 9% y 0% en mujeres, respectivamente). Como señalan Gómez Redondo y Boe (2005), ese descenso fue debido a conductas potencialmente evitables. El consumo de drogas y alcohol aumentó enormemente, lo cual tuvo un efecto multiplicador en las muertes violentas —principalmente accidentes de tráfico— y en la aparición del sida, cuya incidencia se notará años después (Gómez Redondo, 1995). La disminución en la prevalencia de estos comportamientos y la recuperación inercial de la supervivencia a esas edades provocaron que en las siguientes décadas aumentarían las contribuciones de ese grupo de edad.

Las edades avanzadas conforman el grupo que ha supuesto la revolución reciente de la longevidad de la población española. Hasta 1970 las contribuciones de las edades mayores de 60 años apenas alcanzaban el 10% del total del aumento de  $e_0$ . A partir de 1970, en cambio, han ido *in crescendo* para ambos sexos. Se ha pasado de un 14% en mujeres (-4% en varones) en 1960-1969 a un 40% (27%) en la década siguiente. En 2000-2009 las cifras alcanzan el 77% y el 53% en mujeres y varones, respectivamente. Es más, para la población de 80 años o más el incremento es incluso mayor.

### Las contribuciones por causa de muerte de 1980 a 2009

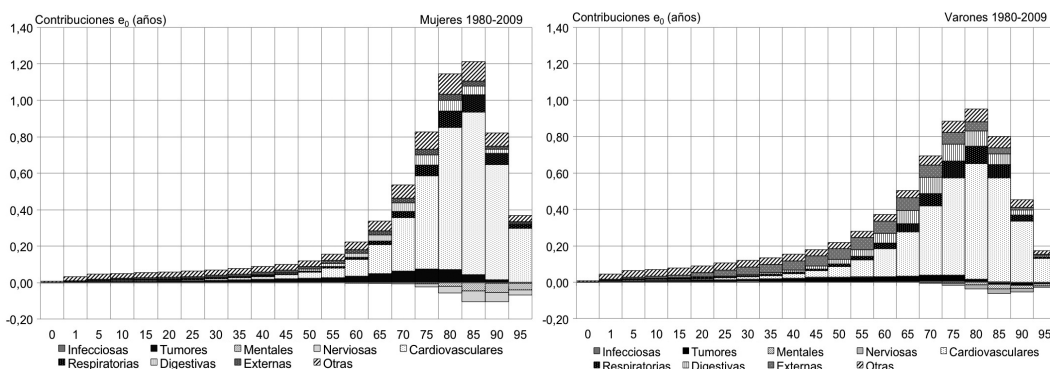
La descomposición de la esperanza de vida al nacimiento por edad y causa de muerte completa la explicación de los cambios en longevidad en la población española durante el período reciente de 1980-2009.

A lo largo de todo el período 1980-2009, las mayores contribuciones a las ganancias de esperanza de vida al nacimiento provinieron del descenso de la mortalidad por enfermedades del aparato circulatorio. La ganancia fue de 3,8 años (un 63% del total de aumento) y 3,3 años (53%) para mujeres y varones, respectivamente. Estas se susten-

tan principalmente en las edades mayores de 65 años, que comprenden el 94% en mujeres y el 87% en varones del total de contribuciones por este tipo de causas (gráfico 5). De este gráfico se deducen dos hechos. Primero, que la disminución de la mortalidad por las enfermedades del aparato circulatorio ha sido la principal contribuyente al aumento de  $e_0$  en 1980-2009. Y segundo, que las edades avanzadas —en especial el grupo de octogenarios— son las que han provocado la mayor parte del incremento de la duración de la vida. De hecho, a medida que avanzan las décadas, se produce un desplazamiento de la relevancia de las contribuciones a edades cada vez más avanzadas (gráfico 6). La contribución por década de las edades de 65 o más años sigue en cifras cercanas al 90% en todos los casos. En definitiva, lo que desde la demografía se ha denominado la «revolución cardiovascular» ha tenido un efecto notorio en el crecimiento de  $e_0$ , aunque su capacidad de mejora se ha visto necesariamente reducida por los logros conseguidos con anterioridad (García González, 2013).

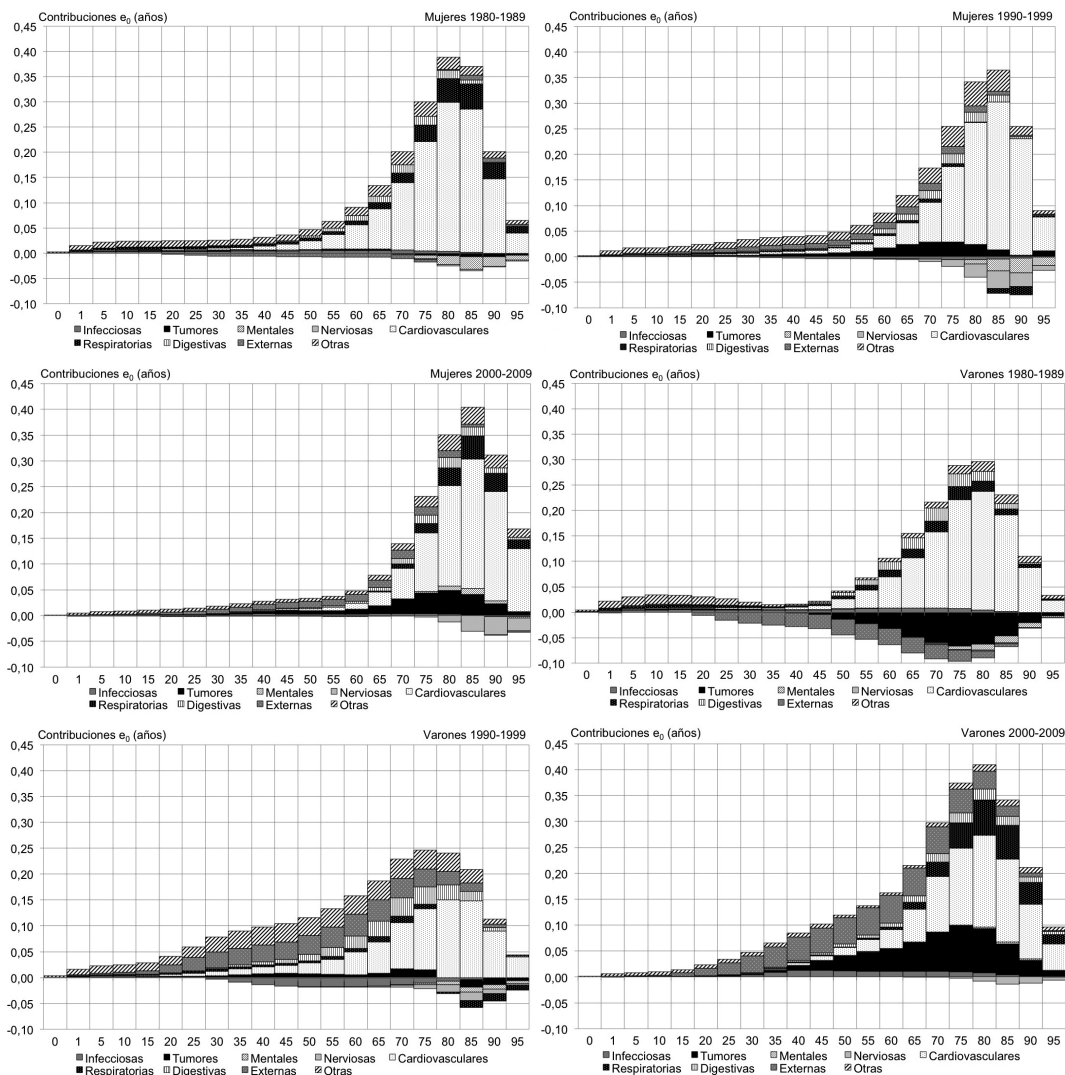
La bajada de la mortalidad por tumores ha tenido escaso efecto en el cambio de  $e_0$  en 1980-2009. Su contribución ha sido de 0,4 años en mujeres y 0,2 años en varones,

**GRÁFICO 5.** Contribuciones de los nueve grandes grupos de causas de muerte a las variaciones de la esperanza de vida al nacimiento por sexo. 1980-2009.



Fuente: Elaboración propia con datos del INE y HMD.

**GRÁFICO 6.** Contribuciones de los nueve grandes grupos de causas de muerte a las variaciones de la esperanza de vida al nacimiento por sexo. 1980-1989, 1990-1999 y 2000-2009.



Fuente: Elaboración propia con datos del INE y HMD.

lo que supone el 7 y el 3% del total de contribuciones positivas. Las edades mayores de 65 años son las que soportan la mayor parte de las ganancias en mujeres, mientras que, en el caso masculino,  $e_0$  se impulsa por la mejora en el grupo de 40 a 80 años. No obstante, tanto su importancia relativa como las contribuciones positivas aumentan en el tiempo, principalmente gracias a la aparición

de técnicas de detección precoz y al desarrollo de comportamientos preventivos. Es relevante que en 1980-1989 la contribución en ambos sexos fuera negativa, sobre todo entre los varones, entre los que hizo disminuir  $e_0$  en 0,4 años; en cambio, en 2000-2009 se ha instalado como la segunda (mujeres) y tercera (varones) gran causa de muerte cuya disminución más aporta a  $e_0$ .



Las enfermedades respiratorias y las digestivas contribuyen también de forma positiva al aumento de  $e_0$  en 1980-2009. Las primeras aportan 0,5 años a la  $e_0$  femenina (0,6 a la masculina), y las segundas lo hacen en 0,3 y 0,6 años. Es una contribución que desciende porcentualmente en el tiempo para ambas causas. Por otro lado, son las edades mayores de 65 años aquellas cuya disminución de la mortalidad más contribuye a ese incremento de  $e_0$ , con cifras que superan el 80%. En las enfermedades respiratorias destaca la caída casi a cero de sus contribuciones en la década 1990-1999, años en los que la mortalidad por neumonía y enfermedades de las vías respiratorias bajas se estabiliza previamente al gran descenso de principios del siglo XXI (como se aprecia en el gráfico 8).

Las causas externas presentan una contribución positiva en el conjunto del período; más entre los varones, donde la reducción de su mortalidad aporta un 13% de las contribuciones de 1980-2009. Estas causas evolucionan de modo dispar a lo largo de las décadas. En 1980-1989 el efecto es negativo para ambos sexos, pero afecta fundamentalmente a los varones, que sufren un retroceso de 0,3 años en  $e_0$  debido en gran parte a la alta mortalidad de las edades jóvenes-adultas (20-50 años). La década siguiente deja atrás los convulsos años ochenta, y la disminución de la mortalidad por causas externas produce un aumento de la  $e_0$  masculina de 0,5 años (25% del total), convirtiéndose así en el segundo grupo en importancia. La inercia continúa en 2000-2009, cuando es la tercera fuerza de aumento de  $e_0$ . En cambio, en las mujeres el descenso es prácticamente nulo en 1980-1989, y el ascenso posterior, si bien es relevante, no alcanza el nivel que se dio entre los varones.

Por otra parte, las enfermedades nerviosas y los trastornos mentales contribuyen negativamente al cambio en  $e_0$  en 1980-2009, con descensos de 0,2 y 0,1 años respectivamente. Aunque el efecto es limitado, no lo es su creciente importancia relativa a lo

largo de las décadas. En 1980-1989, la incidencia de las enfermedades nerviosas en  $e_0$  aún es positiva gracias a la disminución de su mortalidad en las edades más jóvenes, que contrarresta el incremento exponencial que experimenta en las edades avanzadas y que conduce a que en las dos décadas siguientes se convierta en el principal contribuyente negativo a la  $e_0$  femenina. Es más, se trata del único grupo de causas que hace disminuir  $e_0$  en ambos sexos entre 2000-2009. La contribución de los trastornos mentales y del comportamiento hace descender la  $e_0$  en 1980-1999, dinámica que cambia levemente en 2000-2009. Se produce en mayor medida entre las mujeres, contribuyendo de forma negativa como primera y segunda causa de muerte en 1980-1989 y 1990-1999, respectivamente. El aumento de su prevalencia e incidencia es un signo propio del perfil epidemiológico de épocas recientes, males que afectan de forma casi exclusiva a las edades más avanzadas, y de un modo diferencial a las mujeres. Así, el 99 y el 95% de la contribución negativa en 1980-2009 por enfermedades nerviosas y trastornos mentales, respectivamente, se debe a las mujeres mayores de 80 años, cifras reflejo de su capital sustantividad y su íntima relación con la edad.

Por último, de la heterogeneidad del grupo de «otras causas» se derivan algunas complicaciones. Su contribución es la segunda en relevancia en el período 1980-2009 (implica 0,9 y 0,8 años de aumento en  $e_0$  para mujeres y varones, respectivamente), posición que mantiene en los años ochenta y los noventa, pero que se reduce ostensiblemente en 2000-2009. Además, el análisis de las contribuciones por edad muestra que las mayores contribuciones provienen de las edades mayores de 65 años. No obstante, el perfil es diferente por sexo en cada década. El caso femenino sigue el patrón descrito, mientras que el caso masculino se presenta bimodal en 1980-1989 y 1990-1999. En los años ochenta surge un pico en las edades

infantiles-jóvenes, probables últimos coletazos de una fuerte disminución de la mortalidad en esas edades. La década siguiente tiene una segunda moda en el grupo de 20-50 años, diagnósticos en gran parte atribuibles a enfermedades como el sida o relacionadas con el consumo de drogas.

## Discusión

Desde el tercer cuarto del siglo XX, es en las edades a partir de los 65 años donde se han producido los mayores avances en supervivencia. Las reducciones en mortalidad a los 65, 80 y 90 años han sido drásticas, acentuándose el ritmo de reducción en el período 1970-2009. Es un logro relevante, ya que se está consiguiendo que disminuyan tasas de mortalidad que ya partían desde un nivel reducido (tabla 1). Por tanto, el análisis de las tendencias de mortalidad por causa de muerte a estas edades resulta fundamental para explicar los cambios en longevidad del período reciente 1980-2009. Estos resultados presentan un paralelismo notable con los ob-

tenidos en Cataluña por Spijker y Blanes (2009, 2011), y Blanes y Spijker (2010).

### *La mejora cardiovascular*

Sin duda, el gran motor del cambio epidemiológico en España durante 1980-2009 ha sido la disminución de las enfermedades del aparato circulatorio, que comenzó en los países de baja mortalidad en los años setenta, y que en España no arrancaría hasta los ochenta. En los tres grupos de edad analizados las TME decrecen (gráfico 7), como ya se ha confirmado en otros estudios (Blanes, 2007; Robles, 2009; García González, 2011; Gómez Redondo, *et al.*, 2014).

La relevancia de esa revolución cardiovascular aconseja desagregar la mortalidad en dos de sus componentes: enfermedades cerebrovasculares y cardiopatías isquémicas, que han evolucionado de un modo diferencial.

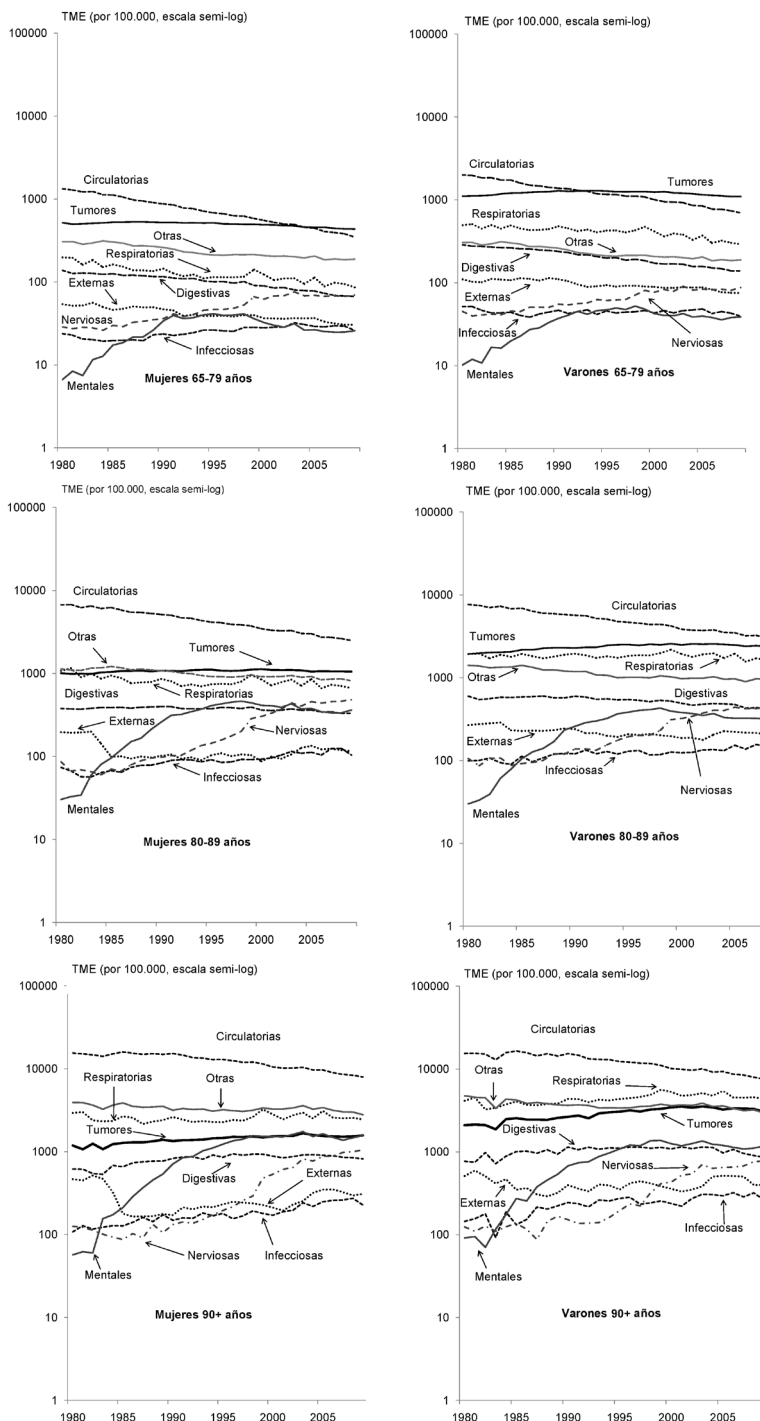
Solo la mortalidad por enfermedades cerebrovasculares ha descendido de manera regular en ambos sexos a todas las edades y durante el período completo 1980-2009

**TABLA 1.** Reducciones porcentuales de las probabilidades de muerte a los 65, 80, 90 y 100 años en los períodos 1910-1969 y 1970-2009.

65 años	Mujeres		Varones	
	Total	Anual	Total	Anual
1910-2009	88,50	0,88	73,95	0,74
1910-1969	69,56	1,16	51,33	0,86
1970-2009	64,13	1,60	48,51	1,21
80 años	Mujeres		Varones	
	Total	Anual	Total	Anual
1910-2009	84,85	0,85	73,95	0,74
1910-1969	64,92	1,08	49,26	1,23
1970-2009	59,81	1,50	54,17	0,90
90 años	Mujeres		Varones	
	Total	Anual	Total	Anual
1910-2009	60,90	0,61	55,11	0,55
1910-1969	37,94	0,63	30,82	0,51
1970-2009	38,96	0,97	39,70	0,99

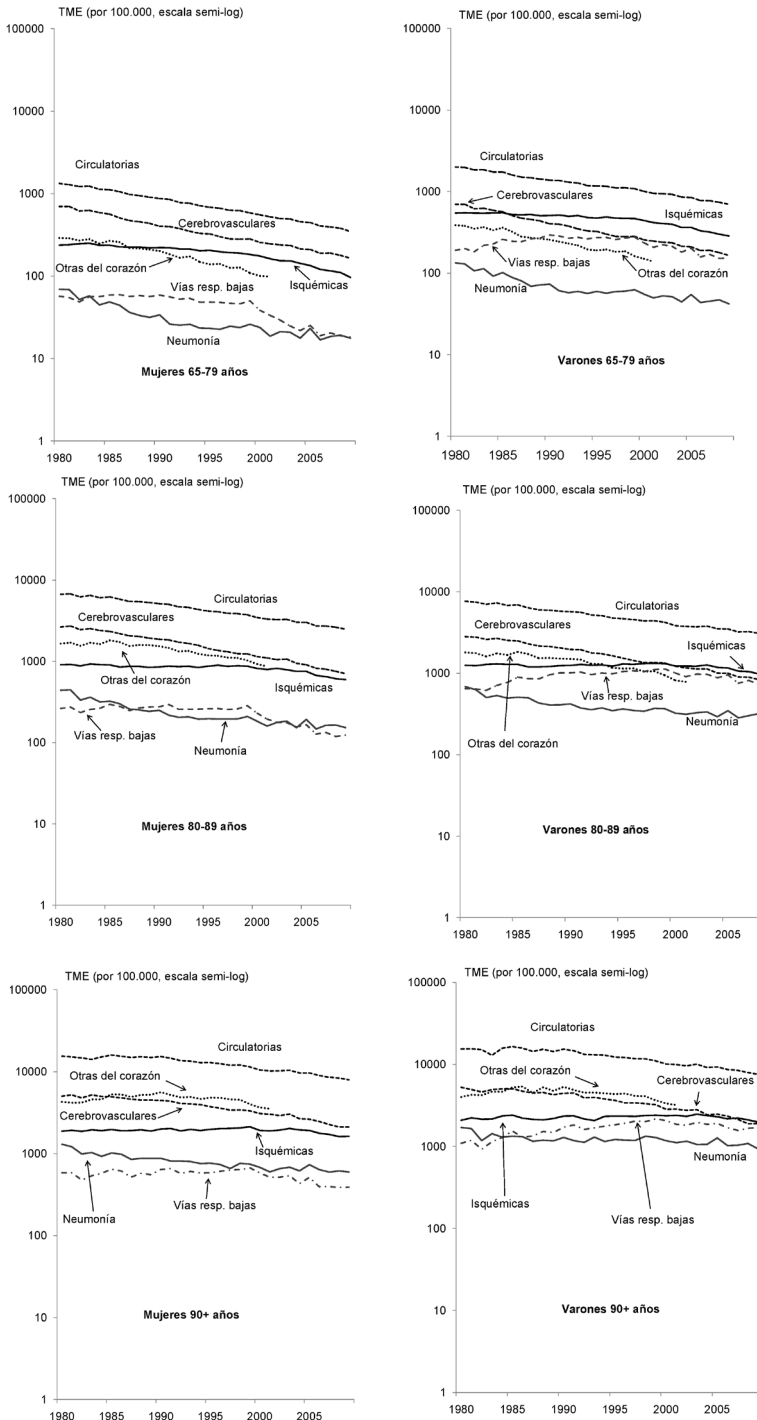
Fuente: Elaboración propia con datos del HMD.

**GRÁFICO 7.** TME por sexo y para los grupos de 65-79, 80-89 y 90 o más años de edad para los nueve grandes grupos de causas de muerte. 1980-2009.



Fuente: Elaboración propia con datos del INE y HMD.

**GRÁFICO 8.** TME por sexo y para los grupos de 65-79, 80-89 y 90 o más años de edad para las enfermedades del aparato circulatorio y del aparato respiratorio. 1980-2009.



Fuente: Elaboración propia con datos del INE y HMD.

(gráfico 8). Del mismo modo lo ha hecho la mortalidad de otras enfermedades del corazón, exceptuando el grupo de 90 o más años, que no comienza su bajada hasta la década de los años noventa. En este período se ha incidido, desde la sanidad pública y el ámbito privado, en el control y seguimiento de la hipertensión arterial, sustantivo factor de riesgo de los infartos cerebrales. Estos descensos posiblemente sean también causa de un menor alcoholismo y tabaquismo masculino, que ha contribuido a reducir la prevalencia de enfermedades arteriales (Meslé, 2006b). En la disminución dentro del grupo «otras enfermedades del corazón» han desempeñado un papel clave, por un lado, la administración de antibióticos —fiebres reumáticas y enfermedades de las válvulas del corazón— (Flores-Mateo *et al.*, 2011), y por otro, el descenso de algunas enfermedades respiratorias, en cuyas fases terminales aparecen afecciones como fallo del corazón (Rutten *et al.*, 2005).

La mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón (infarto de miocardio y angina de pecho como máximos exponentes) presenta dos rasgos: sobremortalidad masculina a todas las edades y estabilidad durante todo el período para ambos sexos con algunos ligeros descensos al final del mismo, sobre todo, para el grupo de 65-79 años y, en menor medida, para los de 80-89 y 90 o más años. La tendencia plana hasta finales del siglo XX se puede explicar por altos niveles de tabaquismo, alimentación deficiente y ausencia de técnicas preventivas. La posterior disminución se ha debido a una combinación exitosa de políticas públicas sanitarias (tratamiento de los síndromes coronarios, prevención secundaria y tratamiento de la insuficiencia cardíaca) y a una variación en los factores de riesgo y cambios comportamentales (caída del colesterol y de la presión arterial sistólica). Por último, se ha producido un descenso del tabaquismo masculino (Peto *et al.*, 2006), la reciente aparición de leyes «antitabaco» para los espa-

cios públicos y centros de trabajo (Agüero *et al.*, 2013), y un aumento de la prevención en salud. Del mismo modo, el posterior descenso se ha producido por una similar combinación exitosa de políticas públicas sanitarias, variación en los factores de riesgo y cambios comportamentales (Flores-Mateo *et al.*, 2011). Frente a ello hay otros factores negativos: un incremento del tabaquismo femenino en las generaciones jóvenes-adultas (Nerín, 2005; Peto *et al.*, 2006), de la obesidad masculina a todas las edades y de la prevalencia de la diabetes en ambos sexos (Baneagas *et al.*, 2011). Estos tres factores de riesgo se convierten en difíciles campos de batalla para el futuro. Sus consecuencias son nefastas en la mortalidad —ya no solo cardiovascular, sino también en otros grupos— y en la prevalencia de discapacidad. Prevención y educación son las respuestas más eficaces.

La revolución cardiovascular se sustenta, pues, en tres pilares: mejoras en los tratamientos, disminución de los factores de riesgo y cambios comportamentales. Su combinación ha provocado un descenso de la mortalidad por enfermedades cerebrovasculares y otras enfermedades del corazón, y una disminución notable de la incidencia de las enfermedades isquémicas del corazón.

#### *El papel del cáncer: progreso médico y cambios comportamentales*

La descomposición de la mortalidad por tumores evidencia que su contribución ha sido positiva y se ha ido incrementando a lo largo del período 1980-2009. Su evolución e incidencia, así como las proyecciones sobre su mortalidad futura, dependen de cuatro factores: el aumento de la esperanza de vida, los cambios de hábitos y del estilo de vida, el progreso médico y sanitario, y su localización en el cuerpo.

Primero, el aumento de su mortalidad en los más mayores se explica por un aumento de la longevidad que lleva consigo la existen-

cia de grupos cada vez más numerosos con mayor predisposición a padecer cáncer. Por otro lado, las mejoras en el ámbito médico se tornan fundamentales en la reducción de las tasas, mejorándose tanto las técnicas de detección precoz como las prácticas de atenuación o curación.

Segundo, en el plano social y comportamental, es probable que ciertos hábitos y comportamientos influyan en la probabilidad de padecer cáncer: consumo de tabaco, alcohol y cambios en la dieta y el estilo de vida. En el cáncer, el peso del tabaquismo es enorme (47%, en varones; 14% en mujeres, según Peto *et al.*, 2006), de modo que el abandono de este hábito —que es diferencial por sexo, edad y nivel educativo— explica en gran parte los cambios de tendencia. El tabaquismo en general se ha reducido, pero desde la década de los años setenta el consumo ha aumentado rápidamente entre las mujeres menores de 50 años, de modo que el consumo de tabaco entre varones y mujeres de las generaciones nacidas en 1970-1979 es prácticamente igual (Fernández *et al.*, 2003). Este aumento del tabaquismo femenino tendrá su incidencia inmediata en la mortalidad de las edades avanzadas más jóvenes. Sin embargo, se prevé el gran incremento de mortalidad femenina cuando las generaciones nacidas a partir de 1960 lleguen a los 65 años, pudiéndose alcanzar una verdadera epidemia de cáncer de pulmón (Levi *et al.*, 2007). Además, este continuado tabaquismo femenino tendrá muy probablemente efectos en la salud reproductiva, las enfermedades cardiovasculares, las enfermedades pulmonares crónicas y la osteoporosis (Fernández *et al.*, 2001).

Tercero y cuarto, el progreso médico se ha centrado en el desarrollo de técnicas de detección precoz y de control del crecimiento tumoral, muy ligado a la localización del tumor en el cuerpo (gráfico 9). En mujeres, la prevalencia del cáncer de mama ha descendido en los últimos años en el grupo de 65-79 años debido a la modificación de algunos

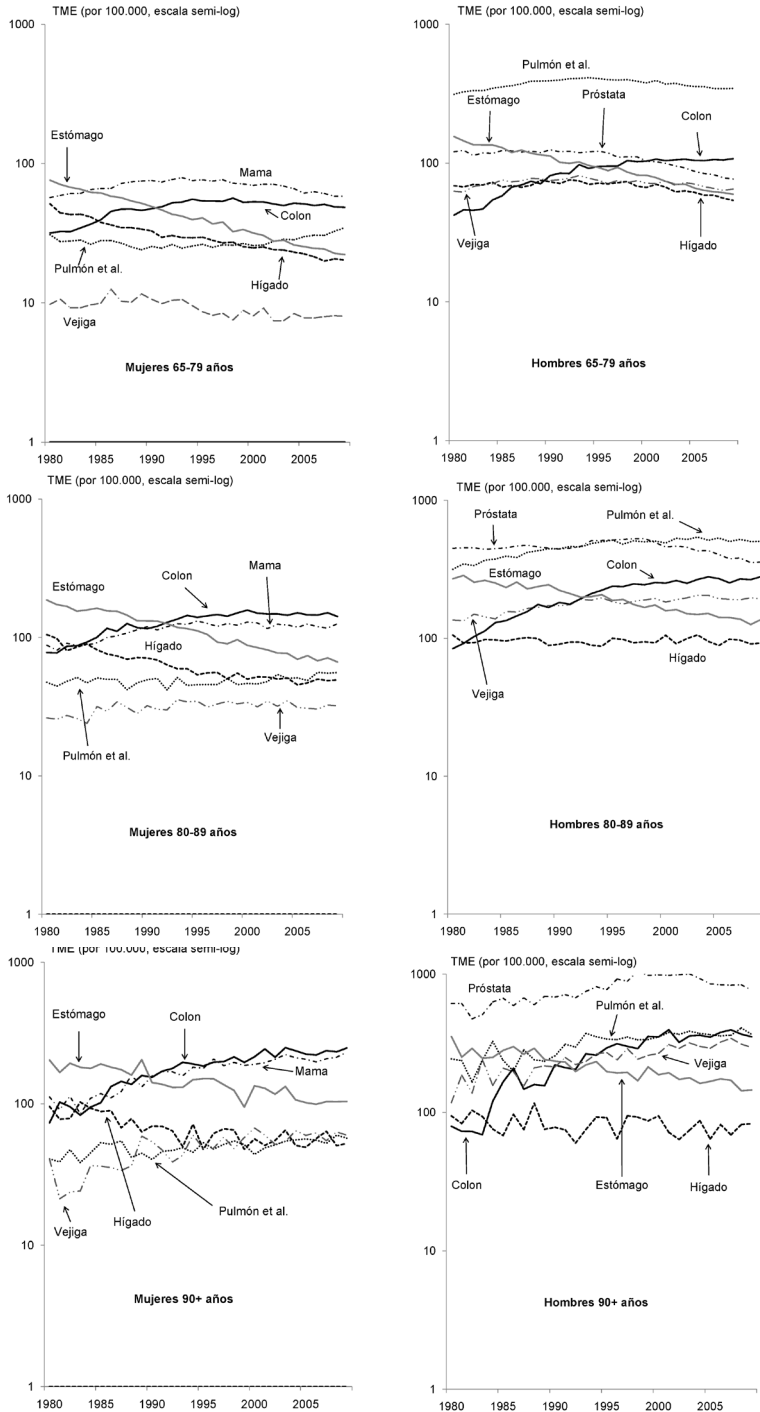
factores de riesgo (Izquierdo *et al.*, 2006), cambios en la percepción del beneficio del diagnóstico precoz (Izquierdo *et al.*, 2008) y una mejor capacidad diagnóstica (Masuet *et al.*, 2004). En varones, la mortalidad por cáncer de próstata, tras aumentar notablemente, inicia un descenso a partir de 2000 gracias a las mejoras en el diagnóstico y de tratamiento (Borrás *et al.*, 2008). La mortalidad por cáncer de estómago ha experimentado un descenso general y continuado, principalmente gracias a mejores técnicas de conservación de los alimentos. El cáncer de hígado —un tumor de alta letalidad— ha descendido en mujeres y se ha mantenido estable entre los varones. Las técnicas diagnósticas han mejorado, pero es necesario que la prevención se centre en la disminución de la obesidad, el consumo de alcohol y la prevención de la diabetes. Por último, en el cáncer de pulmón es el consumo de tabaco el que lo define prácticamente en un 90% (Peto *et al.*, 2006).

#### *La irrupción de los trastornos mentales y las enfermedades nerviosas*

Desde 1980, las TME de los trastornos mentales se han multiplicado por cuatro en el grupo de 65-79 años, por doce en el de 80-89 y por veintidós en el de 90 o más años. En el caso de las nerviosas, los factores de multiplicación han sido dos, cinco y ocho, respectivamente. En ambos grupos las mujeres destacan sobremanera en el nivel de incidencia. Como ejemplo, a los 90 o más años la mortalidad por trastornos mentales en mujeres supera a la de los tumores como tercera causa de muerte. En cualquier caso, desde finales de los noventa la mortalidad de los trastornos mentales se ha estabilizado, mientras que la de las nerviosas ha aumentado ligeramente. Estos dos grandes grupos deben ser tenidos muy en cuenta en esta etapa de crecimiento de la longevidad, ya que cada vez más personas alcanzan edades en las que la prevalencia de estas enfermedades es mayor. Ya no solo por los efectos demográficos o epidemiológi-



**GRÁFICO 9.** TME por sexo y para los grupos de 65-79, 80-89 y 90 o más años de edad para diversos tumores. 1980-2009.



Fuente: Elaboración propia con datos del INE y HMD.

cos, sino por la calidad de vida actual y, en un futuro próximo, tanto la de los enfermos como la de sus cuidadores. Así, su incidencia sobre la evolución de la esperanza de vida podría ser doblemente negativa.

El crecimiento y la estabilidad de estas dos causas están íntimamente relacionados, ya que el diagnóstico de algunas enfermedades es complicado y limítrofe con otros grupos. Por un lado, el incremento puede deberse a una mejora de la diagnosis de la causa principal de muerte, cuando anteriormente se consideraba como causa principal la complicación respiratoria o cardiovascular que provocaba finalmente la defunción. Un hecho frecuente es el diagnóstico de la demencia senil, cuya mortalidad ha crecido durante el período estudiado, de modo que es complicado distinguir si su aumento (y el de los trastornos mentales) se debe a un incremento real en su incidencia o a una mejor diagnosis. Y así también se explicaría en una pequeña parte el descenso de mortalidad de las enfermedades circulatorias y respiratorias. Del mismo modo, el diagnóstico limítrofe se encuentra entre el mal de Alzheimer —dentro de las nerviosas— y las demencias —dentro de las mentales—. Un mejor diagnóstico de las primeras en la última década puede haber provocado ese ligero aumento en la década 2000-2009, y así, la consiguiente estabilización y el ligero descenso de las segundas.

#### *El impacto del resto de grupos de causas de muerte*

El impacto de las enfermedades del sistema respiratorio ha experimentado un ligero descenso —en ocasiones irregular— a lo largo del período 1980-2009. No obstante, su importancia es alta y continua en las edades avanzadas. Las fluctuaciones que caracterizan la evolución de sus TME responden a patrones epidémicos relacionados con algunas enfermedades, como la gripe o las neumonías, ambas con una alta incidencia en las edades avanzadas. Asimismo, algunas cau-

sas de este grupo tienen una pronunciada estacionalidad tanto en invierno —caso de las gripes— como en verano —caso de las olas de calor, como la de 2003— (Martínez, *et al.*, 2004).

Los tres grupos de causas con menor mortalidad son, en orden decreciente, las enfermedades del aparato digestivo, las causas externas y las enfermedades infecciosas. En primer lugar, las enfermedades del aparato digestivo han seguido una tendencia decreciente de los 65 a los 89 años, mientras que sus TME han aumentado para los mayores de 90 años. Los varones presentan tasas más altas, con una evolución marcada por las enfermedades crónicas del hígado y la cirrosis, que se mantuvieron estables hasta los años ochenta para luego reducir su impacto a la mitad (Blanes, 2007). En segundo lugar, la mortalidad de las causas externas en las edades avanzadas ha tenido impacto limitado en el cambio de  $e_0$  en 1980-2009. En general, las causas externas han descendido en los tres grupos considerados, aunque se está produciendo un repunte inesperado en los últimos años en las edades más avanzadas, posiblemente por un aumento de la mortalidad de caídas accidentales y accidentes en general, que había disminuido hasta entonces junto con la de los accidentes de tráfico y las muertes violentas. En tercer lugar, las enfermedades infecciosas presentan unas TME relativamente bajas que aumentan con la edad y son mayores entre los varones. La tendencia es de ligera subida, probablemente por el impacto del irregular aumento de las septicemias hospitalarias.

La mortalidad por «otras enfermedades» en las edades avanzadas ha disminuido durante todo el período, en particular desde finales de los años noventa. Tres factores subyacen a esta disminución. Primero, el proceso diagnóstico ha mejorado con el paso del tiempo, hecho que se visualiza en la disminución de la tasa de mortalidad por enfermedades mal definidas. Segundo, la

alta frecuencia de las múltiples causas de muerte en las defunciones en edades avanzadas complica el diagnóstico de la causa de muerte principal, de modo que es probable que esta se determine dentro de los grandes grupos tradicionales para minimizar el error. Y tercero, la diagnosis limítrofe implica que algunas enfermedades con una alta incidencia en las edades avanzadas sean potencialmente diagnosticables en casos confusos, como es el de la senilidad —incluida en otras— y el Alzheimer o las demencias.

Los factores sociales básicos que han dado lugar a esta transformación se encuentran en la mejora de las condiciones sociales y de vida que los mayores han experimentado: salud, atención médica, políticas asistenciales y condiciones de vida. En ese sentido, las generaciones que alcanzan ahora las edades avanzadas han experimentado infancias en condiciones sociales difíciles (gripe, guerras, condiciones insalubres y de alimentación de principios del siglo XX), de modo que la hipótesis de la selección natural de la supervivencia que plantean van Poppel y Liefbroer (2005) podría encontrar un referente en la población española.

## CONCLUSIONES

La esperanza de vida al nacimiento de la población española se ha duplicado de 1910 a 2009. Las principales causas demográficas que hay detrás de tal incremento se pueden dividir en dos grandes etapas. La primera, de 1910 a 1969, vino determinada por una fuerte disminución de la mortalidad de 0 a 10 años. La segunda, de 1970 a 2009, ha destacado por la disminución de la mortalidad en las edades avanzadas. Este aumento de la supervivencia se ha acentuado a medida que se ha avanzado en el tiempo y en las edades de forma simultánea. En términos relativos, estas mejoras de la supervivencia son las mayores que se han producido en todo el ciclo etario. Desde 1950, la mortalidad a los 85 años se ha

reducido un 50%, a los 90 un 44%, a los 95 un 30%, y a los 100, un 29%.

Por su parte, el perfil epidemiológico de la población española de edades avanzadas de 1980 a 2009 ha estado marcado por las enfermedades cardiovasculares, los tumores y las enfermedades del sistema respiratorio, que varían tanto por sexo como por grupo de edad. En general, los varones tienen TME más altas que las mujeres. Se constata así una mayor mortalidad masculina, desventaja sustentada en los tumores y las enfermedades respiratorias.

En este período reciente, la revolución cardiovascular se ha dado en toda plenitud y ha supuesto las mayores contribuciones en esperanza de vida al nacimiento, y además sigue teniendo gran margen de mejora. Frente a ello, el carácter diferencial por localización de los tumores implica también un comportamiento diferencial de las contribuciones a la esperanza de vida al nacimiento. No obstante, se pueden definir dos amplios campos de batalla en los que actuar de forma activa en el futuro próximo: la detección precoz y el cambio en comportamientos nocivos o de riesgo. Para el primero se necesita inversión en investigación médica de calidad; para el segundo es necesaria una concienciación de la población —estimulada en parte desde los poderes públicos— en que determinados hábitos son dañinos para la salud personal y pública.

El último frente abierto se corresponde con las enfermedades del sistema nervioso y los trastornos mentales, cuya incidencia en la esperanza de vida ha sido negativa. El aumento de la longevidad y el inherente crecimiento del número de edades avanzadas provocará que su prevalencia sea mayor. No solo eso. También conlleva un nocivo efecto sobre la calidad de vida de los que las sufren y sus cuidadores, grupos que probablemente crezcan en el futuro próximo.

En respuesta a Leonard Hayflick, se puede afirmar, sin duda alguna, que la mortalidad a

edades avanzadas es modificable y reducible. Sin embargo, la creencia de Hayflick aún persiste en algunos sectores de la población, de la investigación y de los poderes públicos. Las implicaciones de esta creencia para la implementación de políticas sociales, sanitarias y de innovación, investigación y desarrollo se tornan ciertamente perniciosas. Este conservadurismo demográfico debe evitarse en la medida de lo posible, máxime cuando va acompañado de un progresivo envejecimiento que requiere de actuaciones políticas en el corto y medio plazo. Las realidades demográfica, epidemiológica y social así lo exigen.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agüero, Fernando *et al.* (2013). «Impact of a Partial Smoke-free Legislation on Myocardial Infarction Incidence, Mortality and Case-fatality in a Population-based Registry: the REGICOR Study». *PLoS One*, 8(1): e53722.
- Andreev, Evgueni M.; Shkolnikov, Vladimir M. y Begun, Alexander Z. (2002). «Algorithm for Decomposition of Differences between Aggregate Demographic Measures and its Application to Life Expectancies, Healthy Life Expectancies, Parity-progression Ratios and Total Fertility Rates». *Demographic Research*, 7(14): 499-522.
- Arriaga, Eduardo E. (1984). «Measuring and Explaining the Change in Life Expectancies». *Demography*, 21(1): 83-96.
- Banegas, José Ramón *et al.* (2011). «Smoking-attributable Deaths in Spain». *Medicina Clínica*, 136(3): 97-102.
- Blanes, Amand (2007). *La mortalidad en la España del siglo XX. Análisis demográfico y territorial*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona. [Tesis doctoral].
- y Spijker, Jeroen (2010). «Supervivència i patrons de mortalidad de la població catalana 1960-2007». *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 69: 67-96.
- Borrás, Josep Maria *et al.* (2008). «Análisis de la incidencia, la supervivencia y la mortalidad según las principales localizaciones tumorales, 1985-2019: cáncer de estómago». *Medicina Clínica*, 131(1): 78-82.
- Camarda, Carlo G.; Vallin, Jacques y Meslé, France (2012). «Identifying the Ruptures Shaping the Segmented Line of the Secular Trends in Maximum Life Expectancies». Estocolmo. *European Population Conference 2012*.
- Canudas-Romo, Vladimir *et al.* (2008). «Mortality Changes in the Iberian Peninsula in the Last Decades of the Twentieth Century». *Population (English edition)*, 63(2): 319-342.
- Castro Martín, Teresa (2010). «¿Puede la inmigración frenar el envejecimiento de la población española?». *Análisis del Real Instituto Elcano*, 40.
- Eurostat (1998). *Causes of Death – ShortList*. Bruxelles: Eurostat.
- Fernández, Esteve *et al.* (2003). «Prevalence of Cigarette Smoking by Birth Cohort among Males and Females in Spain, 1910-1990». *European Journal of Cancer Prevention*, 12(1): 57-62.
- ; Schiaffino, Anna y Peris, Mercé (2003). «Tabaquismo en mujeres: un problema de salud emergente». *Enfermedades emergentes*, 3: 184-190.
- Flores-Mateo, Gemma *et al.* (2011). «Análisis de la disminución de la mortalidad por enfermedad coronaria en una población mediterránea: España 1988-2005». *Revista Española de Cardiología*, 64(11): 988-996.
- García González, Juan Manuel (2011). *La transformación de la longevidad en España de 1910 a 2009. Un análisis demográfico de centenarios y supercentenarios*. Universidad Nacional de Educación a Distancia. [Tesis doctoral].
- (2013). «Contribuciones de la mortalidad cardiovascular a la esperanza de vida de la población española de 1980 a 2009». *Revista Española de Cardiología*, 66(11): 848-853.
- García-Alegría, Eva *et al.* (2007). «Analysis of FMR1 Gene Expression in Female Premutation Carriers using Robust Segmented Linear Regression Models». *RNA*, 13: 756-762.
- Garrido, Luis (1993). *Las dos biografías de la mujer en España*. Madrid: Instituto de la Mujer.
- Gómez Redondo, Rosa (1992). *La mortalidad infantil española en el siglo XX*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- (1995). «Vejez prolongada y juventud menguada. Tendencias en la evolución de la esperanza de vida de la población española, 1970-1990». *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 71-72: 79-108.

- ; García González, Juan Manuel y Faus Bertomeu, Aina (2014). «Changes in Mortality at Older Ages: the Case of Spain (1975-2006)». En: Anson, J. y Luy, M. (eds.). *Mortality in an International Perspective*. Berlin: Springer.
- y Boe, Carl (2005). «Decomposition Analysis of Spanish Life Expectancy at Birth». *Demographic Research*, 13(20): 521-546.
- Hayflick, Leonard (1988). «The Likely Health, Longevity, and Vitality of Future Cohorts of Mid Life and Older Persons». Conferencia en la *American Association of Retired People*, Washington, DC.
- Izquierdo, Àngel *et al.* (2006). «Incidencia del cáncer de mama en Cataluña: análisis de la tendencia». *Medicina Clínica*, 126(8): 286-289.
- *et al.* (2008). «Análisis de la incidencia, la supervivencia y la mortalidad según las principales localizaciones tumorales, 1985-2019: cáncer de mama». *Medicina Clínica*, 131(1): 50-52.
- Kannisto, Väinö (1994a). *Development of Oldest-old Mortality, 1950-1990: Evidence from 28 Developed Countries*. Odense: Odense University Press.
- (1994b). «Reductions in Mortality at Advanced Ages: Several Decades of Evidence from 27 Countries». *Population and Development Review*, 20: 793-809.
- Keyfitz, Nathan (1985). *Applied Mathematical Demography* (2ª ed.). New York: Springer.
- (1989). «Decomposition and Reassembly of the Age-time Distribution». *NUPRI Research Paper Series*, 49.
- Kitagawa, Evelyn M. (1955). «Components of a Difference between Two Rates». *American Statistical Association Journal*, 50(272): 1168-1174.
- Levi, Fabio *et al.* (2007). «Trends in Lung Cancer among Young European Women: The Rising Epidemic in France and Spain». *International Journal of Cancer*, 121(2): 461-465.
- Martínez Navarro, Ferrán; Simón-Soria, Fernando y López-Abente, Gonzalo (2004). «Valoración del impacto de la ola de calor del verano de 2003 sobre la mortalidad». *Gaceta Sanitaria*, 18: 250-258.
- Masuet, Cristina *et al.* (2004). «La práctica de la mamografía preventiva en Cataluña: Un paso adelante». *Gaceta Sanitaria*, 18(4): 321-325.
- Meslé, France (2006a). «Causes of Death among the Oldest-old: Validity and Comparability». En: Robine, J.-M. *et al.* (eds.). *Human Longevity, Individual Life Duration, and the Growth of the Oldest-Old Population*. Berlin: Springer.
- (2006b). «Recent Improvements in Life Expectancy in France: Men Are Starting to Catch Up». *Population (English edition)*, 61(4): 365-387.
- y Vallin, Jacques (2008). «The Effect of ICD-10 on Continuity in Cause-of-death Statistics. The Example of France». *Population (English edition)*, 63(2): 347-359.
- Muggeo, Vito M. R. (2003). «Estimating Regression Models with Unknown Break-points». *Statistics in Medicine*, 22(19): 3055-3071.
- Nerín, Isabel (2005). «El tabaquismo en la mujer: una atracción fatal». *Archivos de Bronconeumología*, 41(7): 360-362.
- Nusselder, Wilma J. y Looman, Caspar W. N. (2004). «Decomposition of Differences in Health Expectancy by Cause». *Demography*, 41(2): 315-334.
- Oeppen, Jim y Vaupel, James W. (2002). «Broken Limits to Life Expectancy». *Science*, 296(5570): 1029-1031.
- Olshansky, S. Jay; Carnes, Bruce A. y Cassel, Christine (1990). «In Search of Methuselah: Estimating the Upper Limits to Human Longevity». *Science*, 250(4981): 634-640.
- Peto, Richard *et al.* (2006). *Mortality from Smoking in Developed Countries. 1950-2000. Spain*, (2ª ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Pollard, John H. (1988). «On the Decomposition of Changes in Expectation of Life and Differentials in Life Expectancy». *Demography*, 25(2): 265-276.
- Poppel, Frans van y Liebroer, Aart C. (2005). «Living Conditions During Childhood and Survival in Later Life: Study Design and First Results». *Historical Social Research*, 30(3): 265-285.
- Reher, David-Sven y Valero, Ángeles (1995). *Fuentes de información demográfica en España*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Robine, Jean-Marie (2003). «Life Course, Environmental Change, and Life Span». *Population and Development Review*, 29(supplement): 229-238.
- Robles, Elena (2009). «¿De qué mueren los ancianos en España?». *Revista de Estudios Geográficos*, LXX(567): 567-598.
- Ruiz Salguero, Magda Teresa *et al.* (2005). *Anticoncepción y salud reproductiva en España: crónica de una (r)evolución*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

- Rutten, Frans H. *et al.* (2005). «Unrecognized Heart Failure in Elderly Patients with Stable Chronic Obstructive Pulmonary Disease». *European Heart Journal*, 26(18): 1887-1894.
- Scholz, Rembrandt y Maier, Heiner (2003). «German Unification and the Plasticity of Mortality at Older Ages». *Max-Planck-Institute for Demographic Research Working Paper*, 31.
- Spijker, Jeroen y Blanes, Amand (2009). «Mortality in Catalonia in the Context of the Third, Fourth and Future Phases of the Epidemiological Transition Theory». *Demographic Research*, 20(8): 129-168.
- y — (2011). «Las desigualdades territoriales de mortalidad en la España de los años sesenta: una aproximación a sus niveles y determinantes». *Revista de Demografía Histórica*, 29(1): 25-54.
- Thatcher, A. Roger; Kannisto, Väinö y Vaupel, James W. (1998). *The Force of Mortality at Ages 80 to 120*. Odense: Odense University Press.
- Vallin, Jacques y Meslé, France (2010). «Espérance de vie: peut-on gagner trois mois par an indéfiniment?». *Population et Sociétés*, 473: 1-3.
- Vaupel, James W. (1997). «The Remarkable Improvements in Survival at Older Ages». *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 352(1363): 1799-1806.
- (2004). «The Biodemography of Aging». *Population and Development Review*, 30: 48-62.
- (2010). «Biodemography of Human Ageing». *Nature*, 464(7288): 536-542.
- y Kistowski, Kristin G. V. (2007). «Die Plastizität menschlicher Lebenserwartung und ihre Konsequenzen». En: Gruss, P. (ed.). *Die Zukunft des Alterns*. Munich: Beck.

**RECEPCIÓN:** 14/02/2013

**REVISIÓN:** 18/09/2013

**APROBACIÓN:** 27/01/2014