

# Normas longitudinales con el envejecimiento de la fragilidad: una aplicación del paquete GAMLSS

**Palabras clave:** normas longitudinales, envejecimiento, fragilidad, GAMLSS

## Resumen

La fragilidad se ha descrito como un predictor clave de la mortalidad y otros resultados negativos de las personas mayores. Por lo tanto, la identificación de estas trayectorias es crítica para el diseño de intervenciones de salud pública que ralenticen o retrasen su progresión. Sin embargo, se sabe poco sobre los cuantiles de su trayectoria, lo que permite la identificación de personas con mayor y menor riesgo. Utilizando datos de la *Survey of Health, Ageing, and Retirement in Europe* (SHARE), derivamos un índice de fragilidad (IF) para individuos con 65 años o más ( $n=22124$ ). Utilizando Modelos Aditivos Generalizados para Localización, Escala y Forma (*Generalized Additive Models for Location Scale and Shape*, GAMLSS), aplicamos el paquete `gamlss` y ajustamos los cuantiles de la trayectoria del IF por género, educación y situación migratoria de forma independiente en 16 países de SHARE. Generamos una función para agregar los resultados de las estimaciones de los 16 países y comparamos los resultados de los cuantiles de la trayectoria de la fragilidad según sexo y estado migratorio. Los resultados se visualizan mediante gráficos realizados con `ggplot2`.

## Introducción

La fragilidad es un síndrome que refleja un estado fisiológico multisistémico asociado con el envejecimiento, pero es un síndrome evitable (Rockwood y Mitnitski 2007). Además, es un factor predictivo clave de enfermedades, caídas, discapacidad, hospitalización y mortalidad (Hoogendijk et al 2019), aunque faltan estudios que analicen los cambios en la fragilidad de forma coordinada entre países, con modelos analíticos y variables consistentes y que consideren su trayectoria más allá de la trayectoria media. Se han realizado escasos estudios que consideran toda la distribución de la trayectoria de la fragilidad, en particular, sus cuantiles. Por tanto, nuestro objetivo es: 1) estimar los cuantiles de la trayectoria de fragilidad, ajustados por género, educación y estado migratorio; y 2) comparar las trayectorias de fragilidad y el rol de los factores de riesgo entre distintos países con un enfoque armonizado.

## Métodos

Utilizamos un modelo GAMLSS para modelar la distribución de la fragilidad, en donde ajustamos la media y la desviación estándar de la variable resultado  $Y(t) = IF(t)$  según la siguiente estructura:

$$\begin{aligned} \text{logit}(\mu(t_{ij})) &= a_i + s(t_{ij}) + \beta_1^\mu \text{Género}_i + \beta_2^\mu \text{Educación}_i + \beta_3^\mu \text{Migrante}_i \\ \text{logit}(\sigma(t_{ij})) &= \beta_0^\sigma + \beta_1^\sigma t_{ij} \end{aligned}$$

- Utilizamos la distribución Beta según la parametrización (Rigby et al 2019) y la edad como métrica temporal para modelar la variable de respuesta.
- Especificamos la media longitudinal de la variable de respuesta  $\mu(t)$  como una función de la edad utilizando B-splines, incluyendo efectos fijos de género, educación y estado migratorio y un efecto aleatorio ( $a_i$ ) para considerar la heterogeneidad intrapersonal.
- Ajustamos el parámetro de escala longitudinal  $\sigma(t)$  por la edad.

Este enfoque permite estimar los cuantiles de la trayectoria de la variable de respuesta a partir de la distribución condicional en cada momento del tiempo. Utilizamos el paquete `gamlss` (Stasinopoulos y Rigby 2008) para ajustar la media y el desvío con la edad para la variable de resultado y condicional al género, nivel educativo y estado migratorio. El análisis se realizó de forma independiente en cada país. Para resumir y comparar los resultados se programó una función que:

1. Ajusta el modelo propuesto en cada país.
2. Obtiene los cuantiles longitudinales en cada país para cada combinación de género y estado migratorio considerando un valor promedio de años de educación.
3. Reúne los resultados anteriores en un único objeto.

Por último, se utilizó el paquete **ggplot2** (Wickham 2016) para visualizar los cuantiles de la trayectoria del IF en cada país según género y estado migratorio.

## Datos

Los datos son de la base SHARE que contiene información sobre salud, situación socioeconómica y redes sociales y familiares de personas de 50 años o más en Europa. Consideramos las olas realizadas entre 2004 y 2020 en 16 países (Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Eslovenia, España, Estonia, Francia, Grecia, Italia, Israel, Países Bajos, Polonia, República Checa, España, Suecia y Suiza). Las personas incluidas en el análisis tenían 65 años o más.

## Resultados

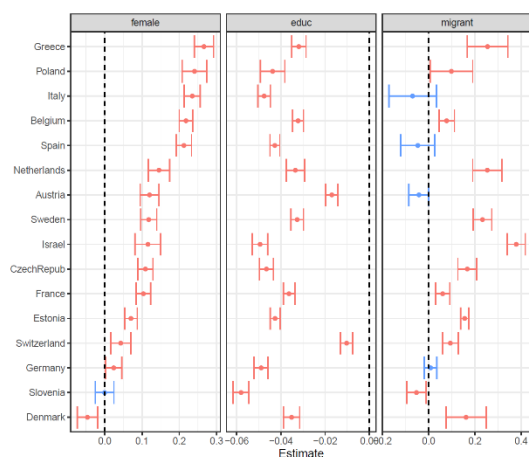


Figura 1a Coeficientes de ser mujer (izquierda), años de educación (centro) y ser migrante (derecha) sobre la media longitudinal del IF ( $\mu(t)$ )

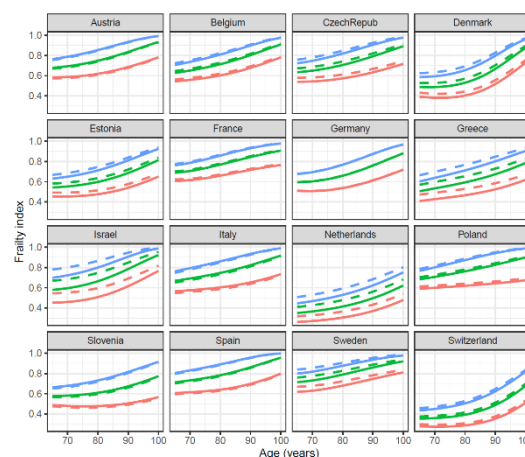


Figura 1b Cuantiles 0.1 (rosa), 0.5 (verde) y 0.9 (azul) de la trayectoria del IF para mujeres no migrantes (línea sólida) y migrantes (línea punteada).

Para los cuantiles longitudinales de la trayectoria de fragilidad se observó heterogeneidad entre países sin embargo las mujeres tienen problemas de fragilidad a edades más tempranas (Figuras 1a y 1b). Los resultados muestran que las mujeres son más frágiles que los varones en la mayoría de los países ya que ser mujer se asocia con una media del IF significativamente mayor (Figura 1a). Los cuantiles de la trayectoria de fragilidad mostraron una peor distribución para las mujeres, particularmente para las más jóvenes<sup>1</sup>. La relación del estado migratorio con la media longitudinal del IF resultó inconsistente entre países (Figura 1a). La educación es un factor protector en todos los países su asociación es negativa y oscila entre el 1,7% en Suiza y el 5,8% en Eslovenia (Figura 1a).

## Conclusiones

Nuestra estrategia de análisis armonizada mostró heterogeneidad entre los países, lo que indica que las políticas para frenar la progresión de la fragilidad deben considerar estas disparidades por género y estado migratorio a lo largo del ciclo de vida. El paquete **gamlss** permitió visualizar diferencias según género, nivel educativo y estado migratorio en la media longitudinal. Eventualmente, podría diferenciar el desvío según estas características. Sin embargo, no es posible estimar diferencias según estas características para cada cuantil. Para ello, podrían aplicarse otros paquetes como el **lqmm**.

Hoogendijk EO, Afilalo J, Ensrud KE, Kowal P, Onder G y Fried LP. (2019). Frailty: Implications for clinical practice and public health. *Lancet (London, England)*, 394(10206), 1365-1375.

Rigby RA, Stasinopoulos MD, Heller GZ y De Bastiani F. (2019). *Distributions for Modeling Location, Scale, and Shape. Using GAMLSS in R*.

Rockwood K y Mitnitski A. (2007). Frailty in Relation to the Accumulation of Deficits. *The Journals of Gerontology: Series A*, 62(7), 722-727.

Stasinopoulos DM y Rigby RA. (2008). Generalized Additive Models for Location Scale and Shape (GAMLSS) in R. *Journal of Statistical Software*, 23, 1-46.

Wickham H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer International Publishing.

<sup>1</sup> Resultados no mostrados por falta de espacio.