

Carta al Editor

Interpretación de los coeficientes de regresión lineal múltiple en un estudio sobre flujo de injertos coronarios**Meaning of multiple lineal regression coefficients in a study about coronary graft flow**

Hemos leído con atención el artículo publicado por Urso S. et al.¹, en el que se ha realizado un minucioso análisis de los factores predictores de flujo en 177 injertos coronarios. Nos parece un artículo interesante y pertinente en el marco de la cirugía de revascularización miocárdica, teniendo en cuenta que el flujo del injerto es un factor predictor de permeabilidad a largo plazo y, por tanto, de ausencia de eventos cardiocirculatorios mayores a lo largo de la vida del paciente².

Consideramos que la aproximación metodológica es adecuada, ya que los modelos de regresión empleados en la exploración de factores predictivos de una variable dependiente nos permiten el ajuste de factores de confusión y modificadores del resultado de una forma sencilla, inteligible y elegante. En este sentido, nos han surgido algunas dudas metodológicas que, probablemente por la limitación de contenido permitido en una publicación de revista científica, no han sido adecuadamente desarrolladas y estaríamos interesados en conocer.

En primer lugar, no se ha hecho mención a las condiciones de aplicabilidad del modelo de regresión lineal múltiple, como la normalidad de las variables predictoras, igualdad de varianzas, ausencia de autocorrelación, interdependencia, etc. Consideramos que estos parámetros son favorables para la aplicación del modelo desarrollado a pesar de la omisión de estos datos. El valor de R^2 , que es un indicador del buen funcionamiento del modelo, y que representa el tanto por ciento de variabilidad explicado por el mismo se comenta en la metodología, pero no hemos encontrado su valor en los resultados o gráficos.

El aspecto de mayor interés es la de la interpretación de los coeficientes de regresión de las variables que han sido halladas como predictores independientes de flujo dentro del modelo. La inclusión de variables independientes multicategóricas en un modelo de regresión lineal se basa en la creación de una serie de variables ficticias (más conocidas como *dummies* en inglés), que al introducirse de forma conjunta en el modelo nos otorgan información mediante los diferentes coeficientes de regresión obtenidos. Aunque existen diversos métodos, el más utilizado es el de elegir una categoría referencia o control, y crear tantas variables dicotómicas ficticias como categorías adicionales necesitemos incluir. El resultado obtenido por la regresión en estas variables equivale a la aplicación de una prueba estadística de comparación de medias (en este caso la *t* de Student), siendo el coeficiente de regresión de cada variable ficticia igual a la diferencia de medias de la categoría analizada respecto a la categoría de referencia³.

Es precisamente este dato, la categoría de referencia, la que nos genera dudas en este estudio. En el caso de los injertos arteriales, un coeficiente de regresión de $-11,0$ implica que la media del flujo de este tipo de injertos es $11,0$ mL/min menor que la media de flujo del grupo referencia, que no ha sido especificado en el texto.

Igualmente, el coeficiente de regresión de $19,3$ para los injertos venosos secuenciales significa que la media de flujo de estos injertos es $19,3$ mL/min mayor que la media del grupo de referencia.

Otra posible interpretación podría ser que el grupo de referencia sea el injerto venoso secuencial, y el coeficiente descrito para este ($19,3$), la constante de la regresión (ordenada en origen). Como podemos apreciar, los resultados carecen de significado y no son interpretables si no se especifica la categoría de referencia que se ha elegido para la creación del resto de variables ficticias.

Por otro lado, resulta difícil entender, ya que así ha sido demostrado clásicamente⁴, que la salida distal al injerto (más conocido por su nombre en inglés, *run-off*) no es predictora del flujo final. Es muy complejo parametrizar este concepto, y nos parece una aceptable idea el haber aplicado un modelo como SYNTAX score para definir esta variable, aunque hay que reconocer sus limitaciones, dado que este es un modelo predictivo de complejidad de angioplastia coronaria, con variables acordes a este procedimiento y no a la cirugía coronaria⁵. Quizá pueda ser esta la explicación de la ausencia de predicción de esta variable.

Es posible que la exploración de las interacciones entre variables hubiese tenido resultados pronósticos. La salida distal depende tanto de las características del vaso, como del propio vaso injertado, ya que no todos los vasos tienen igual desarrollo o ramificaciones, ni abarcan territorios similares. Es posible que el análisis de la interacción de factores como tipo de injerto, junto a vaso nativo injertado o salida del vaso (SYNTAX score) pudiese tener valor pronóstico.

Como resumen queremos expresar que no es posible comprender ni aplicar los resultados de este estudio si la única variable que ha sido obtenida como predictor independiente no ha sido adecuadamente definida ni desarrollada en la metodología del artículo. Por ello queremos invitar a los autores del estudio a hacerlo, así como agradecerles el esfuerzo dedicado a este trabajo.

Bibliografía

1. Urso S, Tena MA, Mahillo-Fernández I, Ríos L, Bellot R, Sadaba R, et al. Análisis de predictores independientes del flujo del bypass coronario en pacientes intervenidos de revascularización miocárdica aislada. *Cir Cardio.* 2017;24:345-9.
2. Niclauss L. Techniques and standards in intraoperative graft verification by transit time flow measurement after coronary artery bypass graft surgery: A critical review. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2017;51:26-33.
3. Doménech JM, Navarro JB. Regresión lineal múltiple con predictores categóricos y cuantitativos. 11.ª ed. Barcelona: Signo; 2018.
4. Tschann W, Hoffmann A, Burkart F, Meier C, Burckhardt D. Coronary artery bypass grafts. Influence of preoperative risk factors on the late postoperative course. *Chest.* 1985;88:185-9.
5. Sianos G, Morel MA, Kappetein AP, Morice MC, Colombo A, Dawkins K, et al. The SYNTAX Score: An angiographic tool grading the complexity of coronary artery disease. *EuroIntervention.* 2005;1:219-27.

Antonio García-Valentín*, Jorge Alcocer, José Alborn y Eduardo Tébar

Servicio de Cirugía Cardíaca, Hospital Universitario del Vinalopó, Elche, Alicante, España

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: antonio@garciavalentin.es (A. García-Valentín).