

Cartas al Editor

**El uso del factor Bayes en la investigación clínica de cardiología**



**The use of Bayes factor in clinical cardiology research**

**Sr. Editor:**

He leído con interés el artículo de Solano-López J et al.<sup>1</sup>, un importante artículo que halla una asociación estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre la mortalidad hospitalaria y el diagnóstico positivo de COVID-19 en pacientes con infarto agudo de miocardio mediante la medida de asociación de razón de momios (*odds ratio* [OR]).

Se recomienda la replicación de las investigaciones clínicas basadas en las pruebas de significación para generar una evidencia con mayor credibilidad en el ámbito de la cardiología. Esto es posible mediante la inferencia bayesiana, pues permite reanalizar el hallazgo significativo reportado por Solano-López et al.<sup>1</sup>, donde el método del factor de Bayes (FB) se refiere como la probabilidad de los datos bajo una hipótesis en relación con la otra (hipótesis nula frente a hipótesis alternativa)<sup>2,3</sup>. Es decir, que el factor Bayes estima la cuantificación del grado o evidencia en que los datos respaldan tanto la hipótesis nula como la hipótesis alternativa para su contraste más allá de la interpretación dicotómica del rechazo o la aceptación de la hipótesis nula<sup>2,3</sup>. La repetición estadística de hallazgos significativos mediante el FB permite reforzar la credibilidad práctica de futuros artículos del área de cardiología (ensayos clínicos, intervenciones y tratamientos, entre otros), que se precisa cuando la inferencia bayesiana produce una evidencia concluyente (fuerte) o superior

( $FB_{10} > 10$ ) a partir de la interpretación de clasificación de valores de Jeffreys<sup>4</sup> para el FB: anecdótica, moderada, fuerte y muy fuerte (figura 1).

La finalidad de la presente carta es proporcionar un ejemplo sencillo de reanálisis bayesiano para precisar el grado de fuerza probatoria de las hipótesis estadísticas. Por lo tanto, se consideró primeramente la conversión del valor OR (8,23) a tamaño de efecto de correlación ( $r$ ) mediante la calculadora *online* de Lenhard y Lenhard<sup>5</sup>, que arrojó un valor de  $r = 0,502$ , y también se consideró el tamaño muestral (187) para la reproducción del FB<sup>2</sup>. Este método refiere 2 interpretaciones:  $FB_{10}$  (a favor de la hipótesis alternativa de significación) y  $FB_{01}$  (a favor de la hipótesis nula), con un intervalo de credibilidad del 95%<sup>6</sup>. Los resultados obtenidos del factor Bayes son:  $FB_{10} = 3,18^{10}$  y  $FB_{01} = 3,14^{-11}$  y un intervalo de confianza del 95% de 0,383-0,599, lo cual respalda el hallazgo significativo comunicado por Solano-López et al.<sup>1</sup> con una evidencia muy fuerte a favor de la hipótesis estadística alternativa (correlación).

Asimismo se estimó el parámetro del factor Bayes máximo ( $FB_{10m\acute{a}x} = 3,568^{10}$ ) para determinar la estabilidad de los resultados, cuyo valor de mayor magnitud fortalece la estimación de la revaluación bayesiana.

La conversión del tamaño de efecto (TE) y otras medidas estadísticas que se basan en el contraste de hipótesis ( $d, f, \eta^2, OR, \chi^2, Z$ ) al coeficiente de correlación ( $r$ ), de mayor uso universal en las ciencias de la salud, es beneficioso para futuros análisis y reanálisis bayesianos. Además, tales estimaciones son fáciles de realizar mediante la calculadora de Lenhard y Lenhard<sup>5</sup>. El FB es útil en otras pruebas estadísticas de significación<sup>7,8</sup> (regresión lineal, ANOVA, entre otros), cuyas medidas de TE también son convirti-

	FB <sub>01</sub> Hipótesis nula	Valor	FB <sub>10</sub> Hipótesis alterna	
A favor	Muy fuerte	> 30	Muy fuerte	A favor
	Fuerte	10-30	Fuerte	
	Moderada	3,1-10	Moderada	
	Anecdótica	1,1-3	Anecdótica	
En contra	No evidencia	1	No evidencia	En contra
	Anecdótica	0,3-0,9	Anecdótica	
	Moderada	0,29-0,1	Moderada	
	Fuerte	0,09-0,03	Fuerte	
	Muy fuerte	< 0,03	Muy fuerte	

**Figura 1.** Valores cuantificables del factor Bayes según Jeffreys<sup>4</sup>.

VÉASE CONTENIDO RELACIONADO:

<https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.03.001>  
<https://doi.org/10.1016/j.recesp.2020.07.023>

<https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.01.013>

0300-8932/© 2021 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

bles. Se recomienda el manual de Goss-Sampson<sup>6</sup> para la inferencia bayesiana de los análisis más utilizados en la investigación de cardiología.

El uso inclusivo de varios TE convertibles afianza el incremento de investigaciones con diversos métodos estadísticos para futuros metanálisis. A su vez, la aplicación del FB es beneficiosa para seleccionar los TE con mayor solidez de evidencia ( $FB_{10} > 10$ ) para el diseño metanalítico, ya que refuerza una mayor credibilidad de las conclusiones metanalíticas clínicas.

En conclusión, el FB es un instrumento metodológico de gran utilidad, con una implicación práctica en la toma de decisiones a partir de la confirmación de resultados que sean concluyentes, de mayor relevancia en el contexto de la COVID-19.

## FINANCIACIÓN

No se ha recibido financiación.

## CONFLICTO DE INTERESES

Sin conflicto de intereses.

Cristian Antony Ramos-Vera

Área de Investigación, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad César Vallejo, Lima, Perú

Correo electrónico: [cristony\\_777@hotmail.com](mailto:cristony_777@hotmail.com)

On-line el 9 de marzo de 2021

## BIBLIOGRAFÍA

- Solano-López J, Zamorano JL, Pardo Sanz A, et al. Factores de riesgo de muerte hospitalaria en pacientes con infarto agudo de miocardio durante la pandemia de la COVID-19. *Rev Esp Cardiol.* 2020;73:985-993.
- Ly A, Raj A, Etz A, Gronau QF, Wagenmakers EJ. Bayesian reanalyses from summary statistics: A guide for academic consumers. *Adv Methods Pract Psychol Sci.* 2018;1:367-374.
- Marsmann M, Wagenmakers EJ. Bayesian benefits with JASP. *Eur J Dev Psychol.* 2017;14:545-555.
- Jeffreys H. *Theory of probability.* Oxford: Oxford University Press; 1961.
- Lenhard W, Lenhard A. Computation of effect sizes. *Dettelbach.* 2016. Disponible en: [https://www.psychometrica.de/effect\\_size.html](https://www.psychometrica.de/effect_size.html). Consultado 18 Ene 2021
- Goss-Sampson MA. *Bayesian inference in JASP: a guide for students.* Amsterdam: University of Amsterdam, JASP team; 2020. Disponible en: <https://jasp-stats.org/jasp-materials/>. Consultado 18 Ene 2021
- Kelter R. Bayesian alternatives to null hypothesis significance testing in biomedical research: a non-technical introduction to Bayesian inference with JASP. *BMC Med Res Methodol.* 2020;20:142.
- Ramos-Vera CA. Replicación bayesiana: cuán probable es la hipótesis nula e hipótesis alterna. *Educ Med.* 2020. <http://dx.doi.org/10.1016/j.edumed.2020.09.014>.

<https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.01.013>  
0300-8932/

© 2021 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## El uso del factor Bayes en la investigación clínica de cardiología. Respuesta



### The use of Bayes factor in clinical cardiology research. Response

#### Sr. Editor:

Agradecemos enormemente el interés de Cristian Antony Ramos-Vera en nuestro trabajo con su carta en la que resalta las virtudes de utilizar el factor de Bayes (FB) como alternativa a la interpretación dicotómica tradicional de los tests de contraste de hipótesis, y con su análisis respalda de una forma más consistente nuestros hallazgos<sup>1</sup>.

La estadística frecuentista domina casi sin rival la investigación en medicina. El lector promedio tiene interiorizados los conceptos de contraste de hipótesis, valor de p y significación estadística. Las limitaciones de la estadística frecuentista y los problemas con su interpretación han sido ampliamente abordados<sup>2</sup> y, además de la presente, se han hecho repetidas exhortaciones a incorporar la estadística bayesiana a la investigación biomédica<sup>3</sup>. Si bien es cierto que la estadística bayesiana permite una interpretación más natural e intuitiva, la realidad es que su uso no se ha generalizado y tampoco la entienden la mayoría de los lectores.

Hoekstra et al.<sup>4</sup> realizaron un reanálisis de 36 artículos con resultados negativos calculando el FB. El FB más pequeño fue 2,42 (los datos observados son 2,42 veces más probables bajo la hipótesis nula) y el mayor, 560,9. Es clave el hecho de que la correlación entre el valor de p y el FB fue pobre. Un valor de p elevado podía estar presente tanto en estudios con escasa evidencia a favor de la hipótesis nula (FB pequeño) como en estudios con fortísima evidencia (FB elevado). Esto nos permite afirmar que el FB comunica de manera intuitiva la fuerza probatoria de la hipótesis, y de ahí

nuestra recomendación, al igual que refiere el Dr. Ramos-Vera, de que se incorpore sistemáticamente a los artículos científicos.

## FINANCIACIÓN

Ninguna entidad ha financiado este artículo.

## CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

J.M. Monteagudo ha concebido y redactado el manuscrito. J. Solano-López ha realizado la revisión crítica del texto. J.L. Zamorano ha realizado la revisión crítica del texto. Á. Sánchez-Recalde ha concebido la idea de este artículo y ha realizado la revisión crítica del texto. Todos los autores aprueban la versión final del manuscrito.

## CONFLICTO DE INTERESES

Á. Sánchez-Recalde es editor asociado de Revista Española de Cardiología; se ha seguido el procedimiento editorial establecido en la Revista para garantizar la gestión imparcial del manuscrito.

Juan Manuel Monteagudo Ruiz, Jorge Solano-López, José Luis Zamorano y Ángel Sánchez-Recalde\*

Servicio de Cardiología, Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid, España

\* Autor para correspondencia:

Correo electrónico: [asrecalde@hotmail.com](mailto:asrecalde@hotmail.com) (Á. Sánchez-Recalde).

On-line el 26 de marzo de 2021