

## Alternativas bayesianas para la investigación de cardiología y COVID-19

### *Bayesian alternatives for cardiology research and COVID-19*

Lic. Cristian A. Ramos-Vera<sup>1,2</sup> 

<sup>1</sup> Área de investigación, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú.

<sup>2</sup> Sociedad Peruana de Psicometría. Lima, Perú.

Recibido: 12 de abril de 2021

Aceptado: 18 de mayo de 2021

Online: 30 de noviembre de 2021

Full English text will be available soon

**Palabras clave:** Factor Bayes, Interpretación estadística de datos, Cardiología, Investigación

**Key words:** Bayes factor, Statistical data interpretation, Cardiology, Research

#### Sr. Editor:

Se recomienda la replicación de las investigaciones en ciencias de la salud basadas en las pruebas de significación, pues estas son obtenidas según el rendimiento promedio hipotético al realizar una serie de repeticiones idénticas en la investigación, a partir de la muestra seleccionada de la población de estudio, que determina —con un determinado grado de confianza— si el resultado que puede representarse mediante un tamaño de efecto, es estadísticamente significativo o es debido al azar. Sin embargo, esta interpretación dicotómica de los resultados como «significativos» o «no significativos» ha sido cuestionable debido a que se han informado resultados replicables inestables<sup>1,2</sup>. Por esta razón, es importante el uso del enfoque bayesiano como una forma mejorada de extraer conclusiones estadísticas a partir de datos clínicos, dado que facilita la respuesta a la pregunta: ¿cuán probable es la evidencia a favor de los hallazgos según los datos, que brinda una mayor validez y credibilidad a las hipótesis estadísticas?<sup>3,4</sup>.

Esta carta tiene como finalidad mostrar ejemplos de replicación bayesiana a partir de los datos de dos estudios de la presente revista. El primero, de casos y controles, informó una asociación significativa de la glucemia (>15 mmol/L) y la mortalidad en pacientes con infarto agudo de miocardio (IAM), mediante la razón de probabilidades o de productos cruzados (*odds ratio* [OR]) igual a 2,57<sup>5</sup>. La otra investigación, más reciente, precisó una disminución de 53 ingresos por IAM en la institución cubana de salud Hospital General Docente Dr. Ernesto Guevara de la Serna (112 vs. 159;  $p < 0,05$ ) y un incremento del número de ingresos en el Hospital General Docente Enrique Cabrera Cossío, en pacientes con IAM ingresados durante el 2020 al compararlo con el año anterior (98 vs. 68;  $p < 0,05$ )<sup>6</sup>. Asimismo, también se consideró reevaluar la diferencia nula dado el total de fallecidos por IAM durante 2019 y 2020 en 4 hospitales cubanos ( $p = 0,21$ )<sup>6</sup>.

Según nuestro enfoque, se consideró la conversión de la medida de OR a coeficiente de correlación ( $r$ ) mediante una calculadora *online*<sup>7</sup> cuyo valor de conversión fue  $r = 0,252$ . Para contrastar el grado de fuerza probatoria del tamaño de efecto ( $r$ ), dados los datos muestrales, se tuvieron en cuenta los valores del factor Bayes (FB) según Jefreys: débil, moderado, fuerte, muy fuerte y extremo<sup>3,4</sup>. Los resultados del FB son:  $FB_{10}$  (a favor de la hipótesis alternativa) = 13,055 y  $FB_{01}$  (a favor de la hipótesis nula) = 0,076; con un intervalo de confianza de 95% [0,095 a 0,392]; es decir, que el hallazgo significativo fue 13,05 veces mayor que la nulidad de los datos.

Para los hallazgos significativos de diferencia en

✉ CA Ramos Vera

Av. del Parque 640, San Juan de Lurigancho 15434  
Lima, Perú.

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

#### Véase contenido relacionado:

<http://www.revcorsalud.sld.cu/index.php/cors/article/view/732>

<http://www.revcorsalud.sld.cu/index.php/cors/article/view/746>

**Tabla.** Valores de la prueba bayesiana A/B.

Hospital	Pacientes con IAM (n=708)		FB <sub>10</sub>	Mediana e intervalos posteriores de probabilidad
	2019 (n=361)	2020 (n=347)		
Dr. Ernesto Guevara de la Serna	159	112	49,78	0,62 (0,55-0,69)
Dr. Salvador Allende	68	98	24,26	0,62 (0,54-0,70)
Fallecidos (en 4 hospitales)	26	34	8,17*	0,57 (0,50-0,69)

\* FB01: factor Bayes a favor de la hipótesis nula

la frecuencia de ingresos de pacientes con IAM en los años 2019 (antes de la COVID-19) y 2020 (durante la COVID-19), informados en la segunda investigación, se consideró la prueba A/B bayesiana para contrastar la diferencia entre dos proporciones muestrales diferentes, pues permite la asignación de distribuciones previas independientes y la acumulación de los datos respectivos<sup>8,9</sup>. Este método es útil para comparar las dos hipótesis en competencia a favor de uno o del otro evento, según la escala logarítmica de razón de probabilidades ( $\log OR < 0$ ,  $\log OR > 0$ ). Asimismo, se obtiene el valor de la mediana ( $\log OR$ ) y sus intervalos bayesianos. Tales estimaciones fueron convertidas a probabilidad posterior (directa), medida más idónea que la estadística frecuentista ( $p < 0,05$ ). El proceso de conversión a probabilidad fue:  $\exp(\text{mediana}) = OR$ , y  $OR$  a probabilidad =  $OR/(OR+1)$ , de igual manera se transformaron los respectivos intervalos (**Tabla**).

Estos valores muestran que la hipótesis de diferencia significativa de un menor número de ingresos durante el COVID-19 en el Hospital General Docente Dr. Ernesto Guevara de la Serna, presenta un grado de credibilidad bayesiana de 49,78, con una probabilidad precisa de 0,62 (62%). Con respecto al aumento de ingresos en el Hospital Clínico Quirúrgico Docente Dr. Salvador Allende durante 2020, se encontró una fuerza probatoria de 24,26 y una probabilidad directa de 0,62 (62%) para el hallazgo significativo. Finalmente, el hallazgo nulo de diferencia de mortalidad súbita por IAM entre los fallecidos, antes y durante la COVID-19, precisó un grado de evidencia moderada (unas 8 veces a favor de la nulidad), y fue 57% más probable.

La presente carta presenta más alternativas bayesianas para la investigación en cardiología. Además, el uso de la calculadora *online* de Lenhard y Lenhard<sup>7</sup> para la conversión del tamaño de efecto y otras medidas estadísticas frecuentistas ( $f$ ,  $r$ ,  $\chi^2$ ,  $OR$ ,  $x^2$ ,

$Z$ ), a valores «d» de Cohen o «r» de Pearson, es esencial para futuros análisis y reanálisis bayesianos. Por esta razón, se recomiendan los artículos de Kelter<sup>3</sup>, y Rosenfeld y Orson<sup>10</sup>, que pueden servir como guías tutoriales para una mejor comprensión a los investigadores clínicos sobre las técnicas estadísticas de mayor uso mediante el método bayesiano.

La replicación estadística mediante la prueba A/B bayesiana ha demostrado su utilidad en estudios clínicos relacionados con la COVID-19<sup>9,11,12</sup>. Para futuros artículos de la presente revista, se deben considerar valores de probabilidad *a priori* como neutrales con distribución normal, como las medidas de  $\log OR$  (utilizadas en esta Carta Científica), debido a que consideran que ambos eventos son igualmente posibles en un comienzo y son más idóneos en la interpretación de los hallazgos médicos, actualizados después de los datos que refieren una mayor credibilidad práctica a partir de los resultados más probables<sup>13</sup>.

Es recomendable, también, establecer de antemano las probabilidades en base a los hallazgos clínicos previos para precisar los beneficios clínicos importantes de los ensayos u otros tratamientos cardiológicos, que permitan contrastar las hipótesis de significación, cuyos resultados evidencien que los datos son suficientemente convincentes<sup>13-15</sup>.

## CONFLICTO DE INTERESES

No se declara ninguno.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ramos-Vera CA. El método del factor Bayes para la investigación en Cardiología. CorSalud [Internet]. 2021 [citado 10 Abr 2021];13(3):386-8. Dispo-

- nible en:  
<http://www.revcorsalud.sld.cu/index.php/cors/article/view/711/1308>
2. Ramos-Vera CA. Replicación bayesiana: cuán probable es la hipótesis nula e hipótesis alterna. *Educ Méd.* 2020;22(S3):234-5. [DOI]
  3. 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* [Internet]. 2020 [citado 10 Abr 2021];20(1):142. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12874-020-00980-6>
  4. Keyzers C, Gazzola V, Wagenmakers EJ. Using Bayes factor hypothesis testing in neuroscience to establish evidence of absence. *Nat Neurosci.* 2020;23(7):788-99. [DOI]
  5. Santos Medina M, Ricardo Mora E, Rodríguez Ramos M, Batista Bofill S. Factores de riesgo de muerte súbita en pacientes con infarto agudo de miocardio. *CorSalud* [Internet]. 2020 [citado 10 Abr 2021];12(4):364-71. Disponible en: <http://www.revcorsalud.sld.cu/index.php/cors/article/view/732/1249>
  6. Santos Medina M, Prohías Martínez J, Martínez García G, Gómez Fernández M, Prieto Guerra M, Blanco Pérez Y, *et al.* Infarto agudo de miocardio en cuatro hospitales de atención secundaria en Cuba en la era COVID-19. *CorSalud* [Internet]. 2021 [citado 10 Abr 2021];13(1):1-8. Disponible en: <http://www.revcorsalud.sld.cu/index.php/cors/article/view/746/1281>
  7. Lenhard W, Lenhard A. Computation of effect sizes [Internet]. Dettelbach (Germany): Psychometrica [citado 11 Abr 2021]; 2016. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.17823.92329>
  8. Gronau QF, Akash Raj KN, Wagenmakers EJ. Informed Bayesian inference for the A/B test [Internet]. arXiv [citado 11 Abr 2021]; 2019. Disponible en: <http://arxiv.org/abs/1905.02068>
  9. Wagenmakers EJ, Gronau QF, Akash Raj KN. How a Simple Bayesian Test Could Have Rescued a Famous Clinical Trial [Internet]. 2020 [citado 11 Abr 2021]. Disponible en: <https://jasp-stats.org/2020/01/14/how-a-simple-bayesian-test-could-have-rescued-a-famous-clinical-trial/>
  10. Rosenfeld J, Olson JM. Bayesian Data Analysis: A Fresh Approach to Power Issues and Null Hypothesis Interpretation. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2021;46:135-40. [DOI]
  11. Hulme OJ, Wagenmakers EJ, Damkier P, Madelung CF, Siebner HR, Helweg-Larsen J, *et al.* A Bayesian reanalysis of the effects of hydroxychloroquine and azithromycin on viral carriage in patients with COVID-19. *Plos One* [Internet]. 2021 [citado 11 Abr 2021];16(2):e0245048. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245048>
  12. Arbona-Haddad E, Tremont-Lukats IW, Gogia B, Rai PK; Bayesian Neurology Group-Texas (BNG-TX). COVID-19 encephalopathy, Bayes rule, and a plea for case-control studies. *Ann Clin Transl Neurol* [Internet]. 2021 [citado 11 Abr 2021];8(3):723-5. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/acn3.51288>
  13. Zampieri FG, Casey JD, Shankar-Hari M, Harrell FE Jr, Harhay MO. Using Bayesian methods to augment the interpretation of critical care trials. An overview of theory and example reanalysis of the alveolar recruitment for acute respiratory distress syndrome Trial. *Am J Respir Crit Care Med.* 2021;203(5):543-52. [DOI]
  14. Zampieri FG, Damiani LP, Bakker J, Ospina-Tascón GA, Castro R, Cavalcanti AB, *et al.* Effects of a resuscitation strategy targeting peripheral perfusion status versus serum lactate levels among patients with septic shock. A Bayesian reanalysis of the ANDROMEDA-SHOCK Trial. *Am J Respir Crit Care Med.* 2020;201(4):423-9. [DOI]
  15. Franchi F, Biuzzi C, Detti E, Cevenini G, Scolletta S. The Bayesian approach: May we learn a lesson from the ANDROMEDA-SHOCK trial? *Ann Transl Med* [Internet]. 2020 [citado 12 Abr 2021];8(12):804. Disponible en: <https://doi.org/10.21037/atm.2020.02.17>