

Cartas al editor

Lima, 9 de marzo de 2021

Señores
Comité Editorial
Revista *Biomédica*
Bogotá, D.C., Colombia

Estimados editores

En el suplemento 2 del volumen 40 de la revista se publicó el artículo titulado “Factores pronósticos en pacientes hospitalizados con diagnóstico de infección por SARS-CoV-2 en Bogotá, Colombia” en el cual se utilizó la prueba estadística de comparación de medias mediante la *t* de Student según el paradigma clásico (también llamado frecuentista) en pacientes hospitalizados con diagnóstico de infección por SARS-CoV-2 para estimar si había diferencia significativa en el promedio de días de respiración mecánica asistida entre los pacientes con enfermedad grave y aquellos que no la presentaron (1). En ese contexto, expongo aquí un ejemplo de un nuevo análisis bayesiano (2) con los datos del valor de *t* de -6.046 y los tamaños muestrales de 71 y 33.

En ciencias de la salud, se recomienda la replicación de los estudios con base en las pruebas de significación, con el fin de generar datos de mayor credibilidad. Ello puede hacerse mediante la inferencia bayesiana (probabilidad de los datos al confrontar la hipótesis nula con la alterna) (2,3). Mediante el factor de Bayes se cuantifica el grado en que los datos respaldan una u otra hipótesis para trascender la interpretación dicotómica del rechazo o aceptación de la hipótesis nula (2,3). Esta alternativa metodológica permite hacer inferencias a partir de los resultados observados en una muestra o población y plantear conclusiones que van más allá del marco estudiado, cuya interpretación se basa en el esquema de clasificación de valores de Jeffreys (4): débil, moderado, fuerte, muy fuerte y extremo (tabla 1).

Las dos interpretaciones comunes del factor de Bayes en estudios comparativos son el FB_{10} (a favor de la hipótesis alternativa de diferencia), el FB_{01} (a favor de la hipótesis nula de no diferencia) y el intervalo de confianza de 95 % (5). En la reevaluación bayesiana que presento aquí, ambos criterios obtuvieron los siguientes valores: $FB_{10}=416000$, $FB_{01}=2,4e-06$ e $IC_{95\%}$ de -0,957 a -0,436. Estos hallazgos son una evidencia extrema a favor de la hipótesis estadística alterna de diferencia de medias reportada por Motta, *et al.* (1).

Tabla 1. Valores de interpretación cuantificable del factor de Bayes

>100	Extrema	Hipótesis alternativa
30+100	Muy fuerte	Hipótesis alternativa
10+30	Fuerte	Hipótesis alternativa
3,1-10	Moderado	Hipótesis alternativa
1,1-3	Débil	Hipótesis alternativa
1	0	Sin evidencia
0,3-0,9	Débil	Hipótesis nula
0,29-0,1	Moderado	Hipótesis nula
0,09-0,03	Fuerte	Hipótesis nula
0,03-0,01	Muy fuerte	Hipótesis nula
<0,01	Extrema	Hipótesis nula

Nota: creación propia según la escala de clasificación de Jeffreys (4)

Asimismo, se reporta el parámetro *máximo* del factor de Bayes ($\max FB_{10} = 474181$) para determinar la estabilidad de los resultados, cuyo valor similar implica una mayor coherencia de los hallazgos de la inferencia bayesiana.

El factor de Bayes es de gran utilidad en otros análisis estadísticos, entre ellos, las pruebas de significación (6-8). Se aconseja este método alternativo porque, en diversas investigaciones biomédicas, el tamaño de la muestra es pequeño y restringido a poblaciones clínicas específicas, lo que puede conducir a resultados controversiales debido a su limitado poder estadístico (menor probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es falsa) y a una mayor prevalencia de falsos positivos o errores de tipo I (9).

Se ha recomendado reportar los tamaños de efecto para reforzar los valores de p . Sin embargo, aún no hay un consenso claro sobre las pautas para su interpretación, ya que dichos criterios varían entre las diversas áreas y disciplinas de la salud, y según el tipo de investigación, las medidas específicas utilizadas y las poblaciones de interés (9). Asimismo, se carece de un valor estándar para el área biomédica, por lo que el uso del factor de Bayes es un gran aporte metodológico en este ámbito. Es aconsejable hacer estimaciones concluyentes o superiores ($FB_{10} > 10$) para una mayor certeza de la confirmación de la hipótesis alterna.

En conclusión, la inferencia bayesiana es esencial para precisar el grado de fuerza probatoria de las hipótesis estadísticas más allá del modelo de las pruebas de significación y para tomar decisiones clínicas a partir de los resultados en futuros estudios experimentales biomédicos o estudios clínicos de impacto en la salud de los pacientes.

Cristian Antony Ramos-Vera

Área de investigación, Universidad César Vallejo, Lima, Perú

Referencias

1. Motta JC, Novoa D, Gómez CC, Moreno J, Vargas L, Pérez J, *et al.* Factores pronósticos en pacientes hospitalizados con diagnóstico de infección por SARS-CoV-2 en Bogotá, Colombia. *Biomédica*, 2020;40(Supl.2):116-30. <https://doi.org/10.7705/biomedica.5764>
2. Ly A, Raj A, Etz A, Gronau QF, Wagenmakers E-J. Bayesian reanalyses from summary statistics: A guide for academic consumers. *Adv Meth Pract Psychol Sci*. 2018;1:367-74. <https://doi.org/10.1177/2515245918779348>
3. Marsmann M, Wagenmakers E.J. Bayesian benefits with JASP. *Eur J Dev Psychol*. 2017;14:545-55. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2017.11.003>
4. Jeffreys H. *Theory of probability*. Oxford: Oxford University Press; 1961.
5. Goss-Sampson MA. *Bayesian Inference in JASP: A guide for students*. University of Amsterdam: JASP team; 2020. <http://dx.doi.org/10.17605/OSF.IO/CKNXM>
6. Quintana DS, Williams DR. Bayesian alternatives for common null-hypothesis significance tests in psychiatry: A non-technical guide using JASP. *BMC Psychiatry*. 2018;18:178. <https://doi.org/10.1186/s12888-018-1761-48>
7. 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;20:1-12. <https://doi.org/10.1186/s12874-020-00980-6>
8. Ramos-Vera CA. Replicación bayesiana: cuán probable es la hipótesis nula e hipótesis alterna. *Educ Méd*. 2020. Epub 2020 Dic 02. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2020.09.014>
9. Brydges CR. Effect size guidelines, sample size calculations, and statistical power in gerontology. *Innov Aging*. 2019;3:igz036. <https://doi.org/10.1093/geroni/igz036>

Bogotá, 1 de mayo de 2021

Señores
Comité Editorial
Revista *Biomédica*
Bogotá, D.C., Colombia

Estimados señores:

Esta carta tiene como fin dar respuesta a un comentario que hemos recibido sobre nuestro estudio publicado en el volumen 40 de la revista sobre factores pronósticos en pacientes hospitalizados con Covid-19 (1). El comentario presenta un ejemplo de análisis bayesiano de una de las variables medidas en nuestro estudio (promedio de días de respiración mecánica) y su efecto sobre la gravedad de la enfermedad. Dicho análisis plantea la necesidad de usar métodos bayesianos (factor bayesiano) como método aconsejado en la investigación para interpretar el grado de certeza de la aceptación de la hipótesis alterna, así como la de replicar el análisis de la prueba de independencia, que en nuestro estudio se hizo con la *t* de Student con resultado significativo.

Comprendemos las ventajas de utilizar los métodos bayesianos para llegar a inferencias en la investigación. Entre las más relevantes están la posibilidad de incorporar información previa sobre un parámetro y usarla para estimaciones posteriores, la de hacer inferencias cuando el tamaño de la muestra es pequeño procediendo como se haría si se contara con tamaños de muestra grandes, y el hecho de que brinda respuestas interpretables (2).

A pesar de que el uso de los métodos bayesianos se ha venido extendiendo a varios de los campos que involucran el uso de la estadística, es importante señalar que no están exentos de críticas. Uno de los problemas planteados por este paradigma es su gran dependencia en la subjetividad por recurrir a la identificación de una probabilidad *a priori* establecida por el investigador (3). Otros inconvenientes tienen que ver con el desarrollo matemático de algunas de las pruebas métricas utilizadas, como el *R* al cuadrado que, según Gelman, *et al.* (4), representa un problema para el ajuste de modelos mediante métodos bayesianos, aspecto que aún está en proceso de mejorarse. Por último, en lo relacionado con el factor de Bayes, Morey, *et al.* (5), plantean que este es demasiado sensible a las distribuciones *a priori* y que dichas distribuciones son difíciles de determinar.

En el contexto de nuestro estudio, encontramos las siguientes limitaciones para aplicar estos métodos:

1. La inferencia realizada con el factor de Bayes que nos presenta el autor para la variable del promedio de días de asistencia respiratoria mecánica y su efecto en la gravedad de la Covid-19, no era necesaria dado que dicha asistencia mecánica está implícita en la definición de caso grave. Por ello, en nuestro estudio no hicimos inferencia en torno a esta variable como se explica en la construcción y reporte final del modelo.
2. La inferencia bayesiana requiere conocer probabilidades *a priori*, las cuales pueden llegar a ser subjetivas, o desconocerse, por lo que debe tenerse cuidado en el momento de elegir las para no obtener resultados sesgados. En el momento del estudio no conocíamos la probabilidad *a priori* de recibir asistencia respiratoria mecánica, dato que no debe ignorarse, ya que influye fuertemente en los resultados.

En conclusión, es de suma importancia para los investigadores saber que existen alternativas frente al análisis frecuentista y que una de las más prometedoras es la de los métodos bayesianos. El establecimiento de las diferencias y similitudes de los dos métodos, así como de sus ventajas y desventajas, proporciona a los investigadores una mirada más amplia de los métodos posibles para responder las preguntas de investigación y decidir cuál es mejor en cada contexto. También, es cierto que está creciendo ampliamente el interés por usar métodos bayesianos debido al aumento en la capacidad de los computadores de escritorio que hoy permiten llevar a cabo estos análisis.

Juan Camilo Motta

Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad del Rosario, Bogotá, D.C., Colombia

Referencias

1. Camilo MJ, Novoa DJ, Gómez CC, Moreno JM, Vargas L, Pérez J, *et al.* Factores pronósticos en pacientes hospitalizados con diagnóstico de infección por SARS-CoV-2 en Bogotá, Colombia. *Biomédica*. 2020;40(Supl.2):116-30.
2. Kruschke JK, Liddell TM. Bayesian data analysis for newcomers. *Psychon Bull Rev*. 2018;25:155-77.
3. Greenland S. Bayesian perspectives for epidemiological research: I. Foundations and basic methods. *Int J Epidemiol*. 2006;35:765-75.
4. Gelman A, Goodrich B, Gabry J, Vehtari A. R-squared for Bayesian regression models. Vol. 73, *American Statistician*. American Statistical Association; 2019. p. 307-9.
5. Morey RD, Romeijn J-W, Rouder JN. The philosophy of Bayes factors and the quantification of statistical evidence. *J Math Psychol*. 2016;72:6-18.