

El método del factor Bayes para la investigación en cardiología

Bayes factor method for cardiology research

Lic. Cristian A. Ramos-Vera^{1,2} 

¹ Área de investigación, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú.

² Sociedad Peruana de Psicometría. Lima, Perú.

Recibido: 15 de diciembre de 2020

Aceptado: 10 de febrero de 2021

Online: 24 de marzo 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:

En un número reciente de esta revista se publicó un importante artículo que informó las medias aritméticas de la frecuencia cardíaca y sus desviaciones estándar, antes y después de realizar una prueba de esfuerzo, entre mujeres y varones con obesidad¹. A partir de estos datos se estimaron los valores de la prueba estadística *t de student* para muestras independientes, que es de mayor uso en las ciencias de la salud. Esto permite realizar dos ejemplos de reanálisis bayesiano², en base a los valores de las pruebas estadísticas ($t=1,925$; $t=0,918$) y los datos muestrales (45 mujeres y 22 varones), respectivamente, antes y después de realizar la prueba esfuerzo¹.

El método del factor de Bayes es referido como la probabilidad de los datos bajo una hipótesis en relación con la otra (hipótesis nula vs. hipótesis alterna)^{2,3}. Es decir, que el factor Bayes estima la cuantificación del grado o evidencia en que los datos apoyan tanto la hipótesis nula (no diferencia) como la hipótesis alterna (diferencia) para su contraste^{2,3}. Este método brinda información adicional más allá

de la interpretación dicotómica del rechazo o aceptación de la hipótesis nula, cuya interpretación está basada en el esquema de clasificación de valores de Jefreys⁴: débil, moderado, fuerte, muy fuerte y extrema (**Tabla**).

El factor Bayes considera dos 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 (IC) del 95%⁵. Los resultados obtenidos evidenciaron: $FB_{10}=1,225$ y $FB_{01}=0,816$ con IC 95% (-0,020 a 0,560) antes de realizar la prueba de esfuerzo, y $FB_{10}=0,376$ y $FB_{01}=2,662$ con IC 95% (-0,155 a 0,412) después de esta, con respecto a la comparación de la frecuencia cardíaca según género. La primera inferencia bayesiana refiere una evidencia débil a favor de la hipótesis estadística alterna (diferencia). El segundo hallazgo del factor Bayes presentó un grado de evidencia débil a favor de la hipótesis nula (no diferencia). Estos resultados no confirman con precisión una posible diferencia de medias según género, y refieren un nivel de incertidumbre (error aleatorio) debido a la insensibilidad de los datos.

También se encuentran los parámetros del factor Bayes máximo ($\max BF_{10}=1,495$ y $\max BF_{01}=0,999$) para determinar la estabilidad de los resultados, cuyos valores similares fortalecen la precisión de las estimaciones de la reevaluación bayesiana.

Este factor es de gran utilidad en otros análisis y reanálisis estadísticos que se basan en las pruebas de significación en las ciencias de la salud⁶⁻⁸. Esta alternativa metodológica es más idónea para futuros artículos con pequeños tamaños muestrales o con pocos participantes con diagnóstico clínico de inte-

✉ CA Ramos Vera

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

Correo electrónico: cristony_777@hotmail.com

Véase contenido relacionado:

<http://www.revcorsalud.sld.cu/index.php/cors/article/view/427>

Tabla. Valores de interpretación cuantificable del factor Bayes.

Valor	Asociación	Interpretación
>100	Extrema	Hipótesis alternativa
30 - 100	Muy fuerte	Hipótesis alternativa
10 - 30	Fuerte	Hipótesis alternativa
3,1 - 10	Moderado	Hipótesis alternativa
1,1 - 3.0	Débil	Hipótesis alternativa
1	0	No evidencia
0,3 - 0,9	Débil	Hipótesis nula
0,29 - 0,10	Moderado	Hipótesis nula
0,09 - 0,03	Fuerte	Hipótesis nula
0,03 - 0,01	Muy fuerte	Hipótesis nula
<0,01	Extrema	Hipótesis nula

Creación del autor según la escala de clasificación de Jeffreys⁴.

rés para esta revista, debido a que las estimaciones mediante las pruebas de significación presentan un poder estadístico limitado (menor probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es falsa), mayor nivel de error aleatorio, y una mayor prevalencia de obtener falsos positivos⁹.

Aunque se ha recomendado informar el «tamaño de efecto» —medida de la fuerza de un determinado fenómeno— para reforzar las pruebas de significación estadística, aún no hay un consenso claro de las pautas de interpretación de sus tamaños, estos criterios varían entre las diversas áreas y subdisciplinas de las ciencias de la salud, debido al tipo de investigación, las medidas específicas utilizadas y las poblaciones de interés⁹⁻¹⁰.

Por ejemplo, un artículo que examinó la distribución de esta variable que se comenta, determinó que la interpretación de los tamaños de efecto de Cohen¹¹ está sesgada, en base a 297 medidas extraídas de estudios de casos y controles de variabilidad de la frecuencia cardíaca¹². Esta investigación precisó los criterios de interpretación de tamaño de efecto según los percentiles 25, 50 y 75 que precisan valores de efecto: pequeño (0,26), mediano (0,51), y grande (0,88).

En la investigación en cardiología no hay un estándar propuesto por la literatura científica para cada subdisciplina particular, ante estas cuestiones el uso del factor Bayes es un gran aporte metodológico para este ámbito; pues también es útil en la planificación de la investigación para detectar un mínimo tamaño muestral que estime la probabilidad

bayesiana de obtener resultados poco confiables ($FB_{10} < 3$), e incluir datos muestrales que afiancen el poder estadístico de futuros estudios, que se publiquen en esta revista, y favorezcan su replicación. Asimismo, se recomienda estimar una evidencia concluyente o superior ($FB_{10} > 10$) para garantizar una mayor certeza de la confirmación de la hipótesis alterna en relación a los datos⁵.

En conclusión, la inferencia bayesiana es esencial para precisar el grado de fuerza probatoria de las hipótesis estadísticas más allá de los marcos referidos; de forma tal que permita tomar decisiones clínicas importantes a partir de los resultados obtenidos sobre la salud de los pacientes en futuras investigaciones de la presente revista.

CONFLICTO DE INTERESES

No se declara ninguno.

BIBLIOGRAFÍA

- Pereira-Rodríguez JE, Peñaranda-Florez DG, Pereira-Rodríguez R, Pereira-Rodríguez P, Santamaría-Pérez KN, Sánchez-Cajero OA. Respuestas cardiovasculares de pacientes con obesidad en la prueba de esfuerzo. *CorSalud* [Internet]. 2020 [citado 13 Dic 2020];12(2):162-70. Disponible en: <http://www.revcorsalud.sld.cu/index.php/cors/article/view/427/1160>
- Ly A, Raj A, Etz A, Marsman M, Gronau QF, Wagenmakers EJ. Bayesian reanalyses from summary statistics: A guide for academic consumers. *Adv Methods Pract Psychol Sci*. 2018;1(3):367-74. [DOI]
- Marsman M, Wagenmakers EJ. Bayesian benefits with JASP. *Eur J Dev Psychol* [Internet]. 2017 [citado 13 Dic 2020];14(5):545-55. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/17405629.2016.1259614>
- Jeffreys H. *Theory of probability*. Oxford: Oxford University Press; 1961.
- Goss-Sampson MA. *Bayesian Inference in JASP: A Guide for Students* [Internet]. Amsterdam: University of Amsterdam, JASP team; 2020 [citado 14 Dic 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3vKgW1B>
- 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 14 Dic 2020];20(1):142. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12874-020-00980-6>
7. Quintana DS, Williams DR. Bayesian alternatives for common null-hypothesis significance tests in psychiatry: a non-technical guide using JASP. BMC Psychiatry [Internet]. 2018 [citado 15 Dic 2020];18(1):178. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12888-018-1761-4>
 8. Ramos-Vera CA. Replicación bayesiana: cuán probable es la hipótesis nula e hipótesis alterna. Educ Méd [Internet]. 2020 [citado 15 Dic 2020]. Disponible en: <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 [Internet]. 2019 [citado 15 Dic 2020];3(4):igz036. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/geroni/igz036>
 10. Schäfer T, Schwarz MA. The meaningfulness of effect sizes in psychological research: Differences between sub-disciplines and the impact of potential biases. Front Psychol [Internet]. 2019 [citado 15 Dic 2020];10:813. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00813>
 11. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2ª Ed. Hillsdale. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates; 1988.
 12. Quintana DS. Statistical considerations for reporting and planning heart rate variability case-control studies. Psychophysiology. 2017;54(3):344-9. [DOI]