



Aplicación del coeficiente de correlación de Spearman en un estudio de fisioterapia

Montes Díaz Andrea ^a, Ochoa Celis Juliana ^a, Juárez Hernández Bulmaro ^a, Vazquez Mendoza Mixtli ^a, Díaz León César ^a

^aFacultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemerita Universidad Autónoma de Puebla, Avenida San Claudio y 18 Sur, Colonia San Manuel, Ciudad Universitaria, C.P. 72570, Puebla, Mexico.

diazmontes06@gmail.com, bjuarez@fcfm.buap.mx, jochoa.star2@gmail.com, vazmimon@gmail.com, razec.19blue@gmail.com

Resumen El presente trabajo de aplicación, consiste en la proposición de un modelo que pretende analizar la intensidad de asociación de dos variables cuantitativas, con base en una investigación real en el área de fisioterapia. Así como comprobar la validez del modelo propuesto mediante el análisis de correlación de Spearman.

Palabras clave: Coeficiente de Spearman, Fisioterapia.

1. Introduction

Los procedimientos estadísticos no paramétricos se aplican no sólo a observaciones que son difíciles de cuantificar, sino que también son particularmente útiles para hacer inferencias en situaciones en las que existe una seria duda acerca de las suposiciones que son la base de la metodología estándar [5]. Es decir, que no exigen la suposición de la normalidad u otra distribución de la población de la donde fue extraída la muestra.

Los métodos no paramétricos pueden aplicarse en aquellas situaciones para las que las observaciones se definen, por lo menos, en una escala de intervalo y de manera más frecuente en observaciones que se miden en escalas más débiles, tales como, la nominal y la ordinal. Ahora, si las observaciones se definen por lo menos en una escala de intervalo y la distribución de la población de interés es normal, los métodos no paramétricos son menos eficientes [1].

El coeficiente de correlación de rango de Spearman se puede emplear como estadístico de prueba para probar la hipótesis de que no hay asociación entre dos poblaciones. Se supone que los n pares de observaciones (x_i, y_i) se han seleccionado al azar y, por tanto, la ausencia de cualquier asociación entre las poblaciones implica una asignación aleatoria de los n rangos dentro de cada muestra. Cada asignación aleatoria (para las dos muestras) representa un punto muestral asociado con el experimento y un valor de r_s se puede calcular para cada uno [5].

2. Antecedentes

La teoría de la correlación y la regresión son muy recientes y su descubrimiento se debe al médico inglés Sir Francis Galton [3]; sus trabajos se desarrollaron en torno al estudio de la herencia y la expresión matemática de los fenómenos vinculados a ella, y a través del estudio de problemas de la herencia, llegó al concepto de correlación, siendo el primero en asignar a un conjunto de variables un número que permitía obtener una medida del grado de relación existente entre ellas.

Los trabajos de Galton fueron continuados y mejorados, entre otros, por Karl Pearson (Londres, 1857-1936), a se le deben aportaciones tan importantes como la distribución χ^2 o el Test de Pearson para el estudio de la bondad del ajuste de una distribución empírica a otra teórica. Finalmente el psicólogo británico Charles Edward Spearman (Londres, 1863-1945) [4], entre muchas investigaciones, aportó el coeficiente de correlación ordinal que lleva su nombre, que permite correlacionar dos variables por rangos en lugar de medir el rendimiento separado en cada una de ellas [2].

2.1. Correlación. Expresa el grado de asociación entre dos variables, según el sentido de la relación de estas en términos de aumento o disminución. Se clasifican en:

1. Lineal o curvilínea, según la nube de puntos se condense en torno a una línea recta o a una curva.
2. Positiva o directa cuando al aumentar una variable aumenta la otra y viceversa.
3. Negativa o inversa cuando al crecer una variable, la otra decrece y viceversa.

4. Nula cuando no existe ninguna relación y la nube de puntos están distribuidas al azar. Se dice que no están correlacionadas.

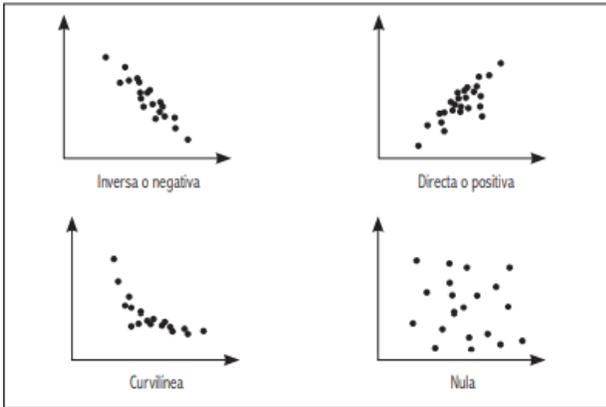


Figura. 1. Tipos de correlaciones

Métodos de correlación

Los métodos de correlación de Pearson y Spearman son técnicas bivariadas que se emplean en situaciones donde el investigador quiere observar representaciones de la información, que permitan establecer similitudes o discrepancias entre las variables e individuos. Ejemplos clásicos de correlación podrían ser la relación entre peso y talla, la relación entre horas dedicadas al deporte y la calidad de vida, la cantidad de fármacos suministrados a un paciente y la variación de sus signos vitales.

La correlación de Pearson mide la fuerza o grado de asociación entre dos variables aleatorias cuantitativas que poseen una distribución normal bivariada.

Coefficiente de correlación por jerarquías de Spearman (Rho de Spearman ρ_S)

Es una medida de asociación lineal que utiliza los rangos, números de orden de cada grupo de sujetos y compara dichos rangos. Este coeficiente es muy útil cuando el número de pares sujetos (n) que se desea asociar es pequeño (menor de 30).

Aparte de permitir conocer el grado de asociación entre ambas variables con la ρ de Spearman es posible determinar la dependencia o independencia de dos variables aleatorias.

La fórmula de este coeficiente es:

$$r_S = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)} \quad (1)$$

Siendo:

n = Cantidad de sujetos que se clasifican,

x_i = El rango de sujetos i con respecto a la variable x ,

y_i = El rango de sujetos i con respecto a la variable y ,

$d_i = x_i - y_i$ es la diferencia de entre los rangos X y Y .

Interpretación de los resultados en pruebas de Spearman

El coeficiente de correlación de rangos de Spearman puede puntuar desde -1.0 hasta $+1.0$ y se interpreta así:

- Los valores cercanos a $+1.0$ indican que existe una fuerte asociación entre las clasificaciones, es decir, que en medida que aumenta un rango el otro también lo hará.
- Los valores cercanos a -1.0 señalan que existe una fuerte asociación negativa, es decir que a medida que aumenta un rango el otro decrece.
- Cuando el valor es 0.0 significa que no existe relación alguna.

El grado de la relación se puede clasificar como se indica en la Tabla 1.

Tabla. 1. Grado de relación según coeficiente de correlación

RANGO	RELACIÓN
-0.91 a -1.00	Correlación negativa perfecta
-0.76 a -0.90	Correlación negativa muy fuerte
-0.51 a -0.75	Correlación negativa considerable
-0.11 a -0.50	Correlación negativa media
-0.01 a -0.10	Correlación negativa débil
0.00	No existe correlación
+0.01 a +0.10	Correlación positiva débil
+0.11 a +0.50	Correlación positiva media
+0.51 a +0.75	Correlación positiva considerable
+0.75 a +0.90	Correlación positiva muy fuerte
+0.91 a +1.00	Correlación positiva perfecta

Valor p de significancia del coeficiente de correlación de Spearman r_s

Es necesario tener en consideración la significancia del valor de r_s dada por el valor p obtenido mediante un software estadístico. Cuando el valor p es menor que 0.05 , se puede concluir que la relación es significativa cuando el nivel de significancia es 0.05 .

2.2. Caso de estudio. Este caso se basa en los datos obtenidos de un estudio comparativo pre-post, sobre la condición física y la capacidad funcional de pacientes adultos críticamente enfermos de una clínica en la ciudad de Medellín, a quienes se les aplicó un protocolo de intervención fisioterapéutico. Uno de los objetivos específicos se orientó en analizar si existían correlaciones entre las variables tomando datos pre y post intervención.

Datos

Se tomarán dos de las variables para realizar la correlación:

Media de Independencia Funcional inicial (MIF) (x) y Días en ventilación mecánica (y), vease la Tabla 2.

Tabla. 2. MIF inicial (x) y Días en ventilación mecánica (y)*

PACIENTE	(X)	(Y)
1	10	13
2	55	38
3	45	1
4	13	35
5	45	0
6	35	4
7	68	0
8	47	0
9	68	0
10	24	5
11	6	12
12	45	0
13	17	9
14	47	1
15	10	9
16	20	5
17	23	3
18	67	9
19	82	0
20	10	54
21	24	78
22	23	27
23	10	38

Supuestos Se supone que en la muestra disponible para el análisis que X y Y son medidas en por lo menos una escala ordinal.

Hipótesis a contrastar

H_0 : X y Y son mutuamente independientes.

vs

H_a : X y Y no son mutuamente independientes.

Para el caso de estudio sería:

H_0 : Los días en ventilación mecánica y la MIF pre-intervención son mutuamente independientes.

vs

H_a : Los días en ventilación mecánica y la MIF pre-intervención no son mutuamente independientes.

Se usa un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

2.3. Procedimiento para probar las hipótesis.

1. Clasificar por jerarquía los valores de X desde 1 hasta n.
Clasificar por jerarquía los valores de Y desde 1 hasta n.

2. Calcular d_i para cada pareja de observaciones, restando la jerarquía de Y_i de la jerarquía de X_i . Elevar al cuadrado cada d_i y calcular la suma de los valores al cuadrado.

Tabla. 3. Clasificación jerarquizadas de valores de MIF inicial (x) y Días en ventilación (y), d_i y d_i^2

Paciente	Jerarquía (x)	Jerarquía (y)	d_i	d_i^2
1	2	17	-15	225
2	19	20	-1	1
3	14	7	7	49
4	6	19	-13	169
5	15	1	14	196
6	13	10	3	9
7	21	2	19	361
8	17	3	14	196
9	22	4	18	324
10	11	11	0	0
11	1	16	-15	225
12	16	5	11	121
13	7	13	-6	36
14	18	8	10	100
15	3	14	-11	121
16	8	12	-4	16
17	9	9	0	0
18	20	15	5	25
19	23	6	17	289
20	4	22	-18	324
21	12	23	-11	121
22	10	18	-8	64
23	5	21	-16	256

Importante: En los datos con igual valor numérico se hace el procedimiento de asignarles la media de las jerarquías que intervienen.

Es decir, si en el ejemplo anterior 4 observaciones tiene un valor numérico de 10, se toman las jerarquías que tienen esos valores (en este caso, 2, 3, 4 y 5) y se dividen por el número de observaciones:

$$\frac{2 + 3 + 4 + 5}{4} = 3.5.$$

Cálculo de la estadística de prueba

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}.$$

Entonces:

$$\begin{aligned} r_s &= 1 - \frac{6(3276)}{23(529 - 1)} = 1 - \frac{19656}{12144} \\ &= 1 - 1.61857708 = -0.62. \end{aligned}$$

Tabla. 4. Matriz de Correlaciones de Spearman

	Estancia UCI	Estancia hospitalaria	Ventilación mecánica	FIM inicial	FIM final	Día inicial
Ventilación mecánica	0.90					
MIF inicial	-0.62	-0.62				
MIF final	-0.59	-0.59	-0.45			
Día inicial	-0.42	-0.07	-0.48	0.83		
Día final	-0.49	-0.49	-0.24	-0.57	0.68	0.50

Resultados

Dado que el valor calculado de $r_S = -0.62$ es menor que el valor crítico para la ρ_S de Spearman, en un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, se rechaza la hipótesis nula.

Por lo tanto se concluye que las dos variables están considerablemente correlacionadas y como r_S es negativa entonces a medida que la MIF aumenta, los días en ventilación mecánica disminuyen.

2.4. Interpretación de la Matriz de Correlación.

La interpretación de los resultados a la luz de la plausibilidad biológica y de la evidencia científica es la gran responsabilidad que tiene el investigador una vez se ha realizado cualquier tipo de procesamiento estadístico. En el problema expuesto (ver Tabla 4), se puede deducir, varias cosas:

En el estudio se encontraron varias variable rotuladas como colineales; se consideraron así, porque su grado de correlación era fuerte y desde el conocimiento del paciente crítico hospitalizado es posible argumentar que están estrechamente asociadas. Por ejemplo, la estancia prolongada en Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) se asocia con dificultad en el destete ventilatorio, aumento del tiempo en ventilación mecánica, mayor riesgo de complicaciones que pueden llevar a mayor estancia hospitalaria.

Cuando se analiza la estancia en UCI, con referencia a la independencia funcional pre-post y a la fuerza de agarre en la mano derecha post-intervención, se hallaron unas correlaciones inversas, es decir, que una MIF inicial baja se asocia con prolongación de la estancia, y a su vez, la estancia prolongada, generaría déficit en la calificación funcional y debilidad en el agarre al alta de la UCI.

La estancia hospitalaria se correlaciona inversamente con la MIF post intervención, lo que podría indicar que el deterioro funcional prolongó la permanencia del paciente en la institución.

En cuanto a los días con soporte ventilatorio, se encontraron correlaciones inversas con la MIF pre-post y la dinamometría pre-post, hallazgos que sugieren, como en el caso de la estancia en UCI, que la MIF y la fuerza podrían asociarse con mayores requerimientos ventilatorios en el tiempo cuando están disminuidas, y que así mismo la ventilación prolongada llevaría a peores resultados en cuanto a fuerza y

funcionalidad.

2.5. Conclusiones. Los análisis de correlación sirven para determinar la intensidad en la relación entre dos variables. El análisis de Correlación de Spearman es una técnica no paramétrica, que se aplica a aquellos estudios en los que no se cumple con los supuestos de normalidad en los datos y es muy útil en las muestras pequeñas, a través de la comparación de rangos en grupos de sujetos. Este coeficiente es muy útil cuando el número de pares de sujetos (n) que se desea asociar es menor de 30, y permite saber si hay relación entre las variables, cual es su dirección y que tan fuerte es dicha relación. La comprensión de las técnicas estadísticas adecuadas para los objetivos y para la información que se obtiene en una investigación, en el caso específico de la Fisioterapia, permiten una mayor y mejor utilización de dicha información, pues en ocasiones por desconocimiento de los investigadores (por ejemplo, docentes y estudiantes), se pierde la oportunidad de análisis de aspectos interesantes en los diferentes ámbitos de la profesión o se escogen técnicas equivocadas que llevan a resultados y conclusiones erróneos, desaprovechando así los datos recabados.

Referencias

- [1] Canavos, G., *Probabilidad Y Estadística aplicaciones y métodos.*, Edo. de Mexico: McGraw-Hill/Interamericana de México, 1988.
- [2] Martínez Ortega, R. M., Tuya Pendás, L. C., Pérez Abreu, A., Cánovas, A. M. *El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman caracterización.*, Revista Habanera de Ciencias Médicas, La Habana, Vol. VIII No. 2, abr-jun 2009.
- [3] Ruiza, M., Fernández, T. y Tamaro, E. *Biografía de Sir Francis Galton.* En Biografías y Vidas. La enciclopedia biográfica en línea. Barcelona, España, 2004. Recuperado de <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/g/galton.htm> el 12 de mayo de 2021.
- [4] Ruiza, M., Fernández, T. y Tamaro, E. *Biografía de Charles Edward Spearman.* En Biografías y Vidas. La enciclopedia biográfica en línea. Barcelona, España, 2004). Recuperado de <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/s/spearman.htm> el 11 de mayo de 2021.
- [5] Wackerly, D. D., Mendenhall III, W., R. L. Scheaffer, *Estadística matemática con aplicaciones*, 7ma Edición, Mexico, D.F., Cengage Learning Editores, S.A., 2010.