

Movimiento **Científico**

INFORMACIÓN CIENTÍFICA

Artículos de Reflexión

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE FISIOTERAPIA

USO DE LA CORRELACIÓN DE SPEARMAN EN UN ESTUDIO DE INTERVENCIÓN EN FISIOTERAPIA

Mónica Alejandra Mondragón Barrera¹

Fecha de Recepción: 14/07/2014

Fecha de Aceptación: 30/11/2014

RESUMEN

El análisis de Correlación de Spearman, es un método estadístico no paramétrico, que pretende examinar la intensidad de asociación entre dos variables cuantitativas. Con base en una investigación clínica real en fisioterapia, el presente artículo ilustra el sustrato teórico subyacente a la aplicación de éste método. Tiene como objetivo ayudar a estudiantes, fisioterapeutas e investigadores a entender su aplicabilidad en muestras pequeñas y en aquellas que no tienen una distribución normal, condiciones muy frecuentes en la investigación en fisioterapia, y puntualizar sobre la interpretación de los resultados.

Palabras clave: Estadística y Datos Numéricos, Coeficiente de Correlación de Spearman, Fisioterapia, Cuidados Intensivos

USE OF THE CORRELATION SPEARMAN IN A STUDY OF INTERVENTION IN PHYSIOTHERAPY

ABSTRACT

The correlation's Spearman is a nonparametric statistical method, which aims to examine the strength of association between two quantitative variables. Based on a true clinical research in physiotherapy, this article illustrates the underlying theoretical application of this method substrate, to help students, professionals and researchers to understand their applicability to small samples and those who do not have a normal distribution, very common conditions on research in physiotherapy, and so complex and restricted areas such as critical care, and achieve the interpretation of results.

Keywords: Nonparametric Statistics, Data Correlations, Spearman Rank Correlation Coefficient, Physical therapy, Intensive care

¹ Fisioterapeuta. Especialista en Fisioterapia en Cuidado Crítico. Magíster en Epidemiología. Docente- Investigadora y Coordinadora Especialización Fisioterapia en Cuidado Crítico del Adulto, Universidad CES. Correo electrónico: mmondragon@ces.edu.co

INTRODUCCIÓN

El término estadística no paramétrica hace referencia a los métodos estadísticos que no requieren la especificación de un supuesto sobre la distribución de la que proceden los datos de la muestra para efectuar inferencias sobre la población (Cáceres Hernández, 2006). Es decir, que no exigen la suposición de la normalidad de la población de la cual fue extraída la muestra.

Estos métodos poseen algunas ventajas sobre los paramétricos, por cuanto permiten el análisis de datos que no están basados en una escala de medición muy sólida, por tanto los supuestos requeridos y la escala de medición de los datos es menos exigente, aceptando datos nominales, ordinales, y datos de intervalo o de razón. También se utilizan cuando se desconoce la distribución de la población de la cual se obtiene la muestra. Su mayor desventaja implica el desaprovechamiento de información cuando ésta podría manejarse con un procedimiento paramétrico (Anderson, Sweeney, & Williams, 1999).

Dentro de los métodos no paramétricos se encuentra el análisis de Correlación de Spearman, el cual pretende examinar la dirección y magnitud de la asociación entre dos variables cuantitativas, es decir la intensidad de la relación entre las variables, en cualquier tipo de asociación, no necesariamente lineal. Asimismo, permite identificar si, al aumentar el valor de una variable, aumenta o disminuye el valor de la otra variable, y ofrece un coeficiente de correlación, que cuantifica el grado de asociación entre dos variables numéricas (Martínez-González & Faulín Fajardo, 2006).

Este artículo expone los resultados de una investigación terminada en fisioterapia, desde una perspectiva analítica, aclarando aspectos estadísticos, concernientes al análisis de Correlación de Spearman.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La teoría de la correlación y la regresión tuvo como primer impulsor y descubridor al polímata inglés

Sir Francis Galton (Duddeston, 1822 - Haslemere, 1911). Sus trabajos se desarrollaron en torno al estudio de la herencia, y la expresión matemática de la misma, tópico que lo condujo 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 (Martínez Ortega, Tuya Pendás, Pérez Abreu, & Cánovas, 2009).

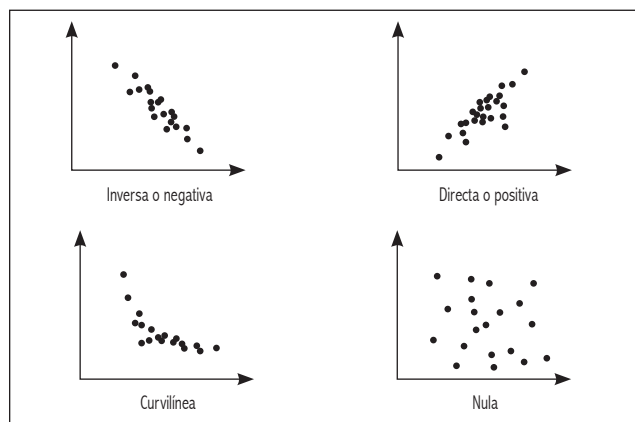
Estos conceptos serían analizados por Karl Pearson (Londres, 1857-1936), quien realizó aportes tan importantes como la distribución χ^2 o el Test de Pearson para el estudio de la bondad del ajuste de una distribución empírica a otra teórica. Pero es finalmente el psicólogo Charles Edward Spearman (Londres, 1863-1945), quien desarrolló el coeficiente de correlación ordinal que lleva su nombre, el cual permite correlacionar dos variables por rangos, en lugar de medir el rendimiento separado en cada una de ellas (Martínez Ortega et al., 2009).

Correlación

Dado que una correlación expresa el grado de asociación entre dos variables, ésta se puede clasificar según el sentido de la relación en (Ver Figura 1):

- Lineal o curvilínea, según la nube de puntos se condense en torno a una línea recta o a una curva.
- Positiva o directa, cuando al aumentar una variable aumenta la otra y viceversa.
- Negativa o inversa, cuando al crecer una variable, la otra decrece y viceversa.
- Funcional, si existe una función tal que todos los valores de la nube de puntos la satisfacen.

Cuando no existe ninguna relación y la nube de puntos están distribuidas al azar, se dice que no están correlacionadas (Nula).

Figura 1. Tipos de correlaciones

Fuente: Elaboración propia (2014)

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 disimilitudes entre las variables e individuos, para hacer evidente la variabilidad conjunta y por tanto tipificar lo que sucede con los datos. Ejemplos clásicos de correlación podrían ser la relación entre peso y talla, la relación entre horas dedicadas al deporte y percepción de calidad de vida, la relación entre la cantidad suministrada de un fármaco y su correlación con los valores de signos vitales, entre otras.

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

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

Es una medida de asociación lineal que utiliza los rangos, números de orden, de cada grupo de sujetos y compara dichos rangos. Éste coeficiente es muy útil cuando el número de pares de sujetos (n) que se desea asociar es pequeño (menor de 30). Aparte de permitir conocer el grado de asociación entre ambas variables, con Rho de Spearman es posible determinar la dependencia o independencia de dos variables aleatorias (Elorza & Medina Sandoval, 1999).

La fórmula de este coeficiente es:

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

Siendo:

n = la cantidad de sujetos que se clasifican

x_i = el rango de sujetos i con respecto a una variable
 y_i = el rango de sujetos i con respecto a una segunda variable

$$d_i = x_i - y_i$$

Es decir que d_i es la diferencia entre los rangos de X e Y (Anderson et al., 1999).

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, o sea que a medida que aumenta un rango el otro también aumenta; los valores cercanos a -1.0 señalan que hay una fuerte asociación negativa entre las clasificaciones, es decir que, al aumentar un rango, el otro decrece. Cuando el valor es 0.0 , no hay correlación (Anderson et al., 1999).

La interpretación de los valores se ha expresado por diversos autores en escalas, siendo una de las más utilizadas la que se presenta a continuación (Hernández Sampieri & Fernández Collado, 1998):

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
+0.76 a +0.90	Correlación positiva muy fuerte
+0.91 a +1.00	Correlación positiva perfecta

Fuente: Elaboración propia, basada en Hernández Sampieri & Fernández Collado, 1998.

Valor p de significación de r_s

Es necesario tener en consideración la significancia del valor de r_s , dada por el valor de p que lo acompaña. Cuando el valor de p es menor que 0.05, se puede concluir que la correlación es significativa, lo que indica una relación real, no debida al azar.

Ejemplo Ilustrativo

Este ejemplo se basa en los datos obtenidos de un estudio cuasi-experimental, prospectivo, comparativo pre-post, sin grupo control, 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

Con el fin de hacer más didáctica la demostración, se tomarán dos de las variables para realizar la correlación: MIF inicial (x) y Días en ventilación mecánica (y)

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

Paciente	x	y
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

Fuente: Elaboración propia (2014)

Supuestos

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

Hipótesis

HO: X y Y son mutuamente independientes.

HA: X y Y no son mutuamente independientes.

Para el caso sería:

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

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

Sea $\alpha=0.05$.

Procedimiento para probar las hipótesis

- Clasificar por jerarquía los valores de X desde 1 hasta n (el número de parejas de valores de X y Y en la muestra). Clasificar por jerarquía los valores de Y desde 1 hasta n.
- 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 mecánica (y), d_i

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

Fuente: Elaboración propia (2014)

IMPORTANTE: En las observaciones con igual valor numérico, se puede seguir el procedimiento de asignar a las observaciones de igual valor numérico 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 éste caso, las jerarquías 2,3,4 y 5) y se dividen en el número de observaciones, así:

$$\frac{2 + 3 + 4 + 5}{4} = 3,5$$

De esta forma, a las jerarquías 2, 3, 4 y 5, se les asigna el valor 3.5.

Cálculo de la estadística de prueba

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

Entonces:

$$r_s = 1 - \frac{6(3276)}{23(529 - 1)}$$

$$r_s = 1 - \frac{19656}{12144}$$

$$r_s = 1 - 1,61857708$$

$$r_s = 0,62$$

Decisión estadística

Dado que el valor calculado de r_s es menor que el valor crítico para Rho de Spearman, en un nivel de significancia 0,05, que es , se rechaza la hipótesis nula.

Conclusión

Se concluye que las dos variables están inversamente relacionadas, en una correlación negativa considerable. Es decir, en la medida que la FIM pre intervención disminuye, los días en ventilación mecánica aumentaran.

Análisis por software estadístico

El procedimiento realizado previamente fue propuesto cómo una alternativa sencilla y matemáticamente acertada para descubrir correlaciones cuando no existían las computadoras. Paquetes estadísticos como SAS®, STATA® y SPSS®, facilitan el proceso, pues clasifican las mediciones en jerarquías de manera automática, calculan el coeficiente y determinan el valor de p, por lo que al investigador le queda únicamente la tarea de interpretar los resultados.

En el estudio que se ha tomado como ejemplo, se procesaron las correlaciones propuestas como resultados secundarios (Ver Tabla 4).

Como puede observarse, se encontraron correlaciones negativas considerables entre las variables FIM

Tabla 4. Matriz de Correlaciones de Spearman

	Estancia en UCI (días)	Estancia hospitalaria (días)	Días en ventilación mecánica	FIM inicial	FIM final	Dinamometría derecha inicial
Estancia en UCI (días)						
Estancia hospitalaria (días)	0,77*	0,77*				
Días en ventilación mecánica	0,90*	-0,97*	0,62*			
FIM inicial	-0,62*	-0,62	-0,31*	-0,64*		
FIM final	-0,59*	-0,59*	-0,45*	0,56*	0,69*	
Dinamometría derecha inicial	-0,42	-0,07	-0,48*	0,83*	0,38	
Dinamometría derecha final	-0,49*	-0,49*	-0,24*	-0,57*	0,68*	0,50*
						0,77*

*Coeficientes de correlación significativos ($<0,05$)

Fuente: Elaboración propia (2014)

pre y post intervención, y dinamometría de mano post intervención, en relación con la estancia en UCI. Estas variables mencionadas también se encontraron correlacionadas inversamente con los días en ventilación mecánica. Asimismo, se evidenció correlación positiva, entre considerable y fuerte, al relacionar la FIM preintervención con respecto a las variables FIM post y dinamometría pre y post.

Adicionalmente a lo que se ha mencionado con referencia a la dinamometría post intervención, también se presentó correlación positiva considerable con la FIM post intervención y una correlación fuerte con la dinamometría post intervención. La única variable, con la que se correlacionó significativamente la Estancia hospitalaria fue con la FIM postintervención.

Por último, se hallaron correlaciones fuertes entre la estancia en UCI, los días en ventilación mecánica y la estancia hospitalaria, variables que pueden ser colineales al estar estrechamente asociadas.

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 ejemplo expuesto, se pueden deducir, varias cosas:

En el estudio que sirve de ejemplo en éste artículo, se encontraron varias variables rotuladas como colineales (estancia en UCI, los días en ventilación mecánica y la estancia hospitalaria); 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 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 FIM inicial baja, se asociaría 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 FIM 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 FIM pre-post y la dinamometría pre-post, hallazgos que sugieren, como en el caso de la estancia en UCI, que la FIM 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.

Lo expuesto anteriormente podría brindar sustento plausible de que, aún precozmente, la inmovilización y el manejo que en general se emplea para mantener estable al paciente crítico, afectan en gran medida la independencia funcional y la fuerza muscular, lo que puede convertirse en un círculo vicioso, pues también la FIM medida al final del protocolo versus las estancias tanto en UCI como en el hospital, así como los días en ventilación mecánica, se correlacionan inversamente. Lo anterior concuerda con lo manifestado en diversos estudios (Chiang LL, 2006; Hudson et al., 2012; Latronico et al., 1996; Powers, Kavazis, & Levine, 2009)

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 hallados.

REFERENCIAS

- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., & Williams, T. A. (1999). *Estadística para administración y economía*. México: International Thomson Editores.
- Cáceres Hernández, J. J. (2006). *Conceptos básicos de estadística para ciencias sociales*. Las Rozas, Madrid: Delta Publicaciones.
- Chiang LL, W. L. (2006). Effects of Physical Training on Functional Status in Patients With Prolonged Mechanical Ventilation. *Phys Ther*, 86(9), 1271–1281.
- Elorza, H., & Medina Sandoval, J. C. (1999). *Estadística para las ciencias sociales y del comportamiento*. México: Oxford University.
- Hernández Sampieri, R., & Fernández Collado, C. (1998). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Hudson, M. B., Smuder, A. J., Nelson, W. B., Bruells, C. S., Levine, S., & Powers, S. K. (2012). Both high level pressure support ventilation and controlled mechanical ventilation induce diaphragm dysfunction and atrophy. *Critical Care Medicine*, 40(4), 1254–1260. doi:10.1097/CCM.0b013e31823c8cc9
- Latronico, N., Fenzi, F., Recupero, D., Guarneri, B., Tomelleri, G., Tonin, P., ... Candiani, A. (1996). Critical illness myopathy and neuropathy. *Lancet*, 347(9015), 1579–1582.
- Martínez Ortega, R. M., Tuya Pendás, L. C., Pérez Abreu, A., & Cánovas, A. M. (2009). El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman caracterización. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 8, 0 – 0.
- Martínez-González, M. A., Sánchez-Villegas, & Faulín Fajardo, F. J. (2006). *Bioestadística amigable*. Madrid: Díaz de Santos.
- Mondragón-Barrera, M. A. (2013). Condición física y capacidad funcional en el paciente críticamente enfermo: efectos de las modalidades cinéticas, 27(1), 53–66.
- Powers, S. K., Kavazis, A. N., & Levine, S. (2009). Prolonged mechanical ventilation alters diaphragmatic structure and function. *Critical Care Medicine*, 37(10 Suppl), S347–353. doi:10.1097/CCM.0b013e3181b6e760