

Correlación: otra medida del tamaño del efecto

Correlation: another measure of effect size

Mario L. Iovaldi*

La correlación es una medida del tamaño del efecto. Mide el grado de asociación entre dos variables, puede ser positiva o negativa y su valor puede variar desde -1 a + 1. Uno es el valor de una correlación perfecta positiva y -1 el de una perfecta negativa¹.

En muchas publicaciones y presentaciones en jornadas y congresos se abusa de la palabra correlación; para hablar de ella se debe hacer la prueba correspondiente. Es recomendable usar las palabras “tendencia” o “asociación probable” si esta prueba no fue realizada.

El concepto más importante cuando se habla de correlación es que no demuestra una relación de causa y efecto. Pueden hacerse innumerables cálculos de correlación sin sentido y los resultados de la prueba pueden ser aplastantes. Por ejemplo, la migración de cigüeñas desde África del norte hacia Alemania en primavera y el número de nacimientos en Alemania en primavera. Resulta obvio que el número de nacimientos no tiene absolutamente nada que ver con el número de cigüeñas que llegaron. Simplemente son variables asociadas desde el punto de vista estadístico.

El tamaño del efecto es pequeño entre 0,10 y 0,30, mediano entre 0,30 y 0,50 y grande si es mayor de 0,50. Aplica también a los valores negativos¹.

No es mi intención abundar en fórmulas, pero va un ejemplo con el *software* R con números inventados². Esos números inventados son variables continuas sobre las cuales queremos demostrar si existe un grado de correlación, los datos fueron omitidos por el bien de la brevedad.

Un ejemplo clínico podría ser el de la correlación del perímetro abdominal con el valor de la glucemia en reposo; esos datos no están incluidos en el artículo.

```
cor(x,y) *
[1] 0.91.
```

**Este es el formato de salida (output) literal del software.*

X e Y son 2 variables numéricas, la correlación es 0,91, es decir, tienen una correlación positiva fuerte.

¿Y el valor p de la correlación?

Para calcularlo se realiza la prueba de correlación; no obstante, es preciso enfatizar que el valor p, independientemente de su valor, si la significación estadística existe, solamente quiere decir “no es igual a”, citando a Jacob Cohen (“not equal to”)³.

El valor p va a decir que la asociación entre “x” e “y” es estadísticamente significativa, pero no en cuánto están asociadas. La fuerza de esa asociación es el valor de la correlación.

Vale repetir que no es más diferente un valor p de 0,00000002 que otro de 0,01. Simplemente disminuye la probabilidad de que la diferencia sea por el azar, pero al fin de cuentas “no es igual a” (*not equal to*).

```
cor.test(x,y)*
```

Pearson's product-moment correlation

data: x and y

t = 120, df = 3098, p-value <0.0000000000000002

alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0

95 percent confidence interval:

0.90 0.91

sample estimates:

cor

0.91

**Este es el formato de salida (output) literal del software.*

Acá se puede ver el resultado de la prueba. Se agregan más elementos: el valor t, de la distribución t, el número de grados de libertad y el valor p, que no por ser tan bajo es diferente de cualquier valor que le confiere significación estadística, porque el valor p no mide ningún tamaño del efecto, simplemente x no es igual a y. Lo que es importante de la prueba de correlación (*cor.test*) es que nos da el intervalo de confianza, que en el ejemplo es muy estrecho, dado que cada serie de números tiene 3100 valores.

Coefficiente de determinación – R^2

El R^2 que se encuentra en muchísimos artículos es una medida que explica en cuánto la dispersión de una variable influye en la otra. Es el valor de correlación elevado al cuadrado. R^2 se usa en muchas otras situaciones como en las pruebas de regresión, pero esto excede el objetivo de este artículo. Su valor va de 0 a 1 y no tiene valores negativos.

Mejor con el ejemplo *

$r < -0.91$

$(r \text{ cuadrado} < -r^2)$

[1] 0.83

*Este es el formato de salida (output) literal del software.

$R^2 = 0,83$

Esta es la proporción de la varianza compartida por las 2 variables, si se multiplica por 100, es el porcentaje de esa proporción.

Hasta aquí vimos el concepto de correlación, como tamaño del efecto (esto último muchas veces omitido), la ausencia de relación causa-efecto y el concepto del coeficiente de determinación.

Para finalizar, un ejemplo real de la correlación existente entre el índice de masa corporal y el recuento de leucocitos al ingreso en la pancreatitis aguda (Tabla 1).

El formato de salida del software se copia textualmente, con uso del punto en vez de la coma para decimales y el texto en inglés:

`attach(data) # "attach" simplifica el uso de las variables`

`cor(IMC, Rto_GB)`

[1] 0.2

La correlación es casi nula o muy débil. El valor es 0,2

`cor.test(IMC, Rto_GB)`

■ TABLA 1

IMC	Rto GB
20,70	12630
19,40	8500
24,90	6900
31,10	11530
24,20	12300
25,38	3840
39,60	10310
19,60	4930
23,30	9380
24,30	9830

Las 2 variables de 10 de un total de 138 pacientes para ser breves. Se usó el paquete `kableExtra` para confeccionar la tabla.

Pearson's product-moment correlation

data: IMC and Rto_GB

t = 2, df = 136, p-value = 0.02

*alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:*

0.036 0.357

sample estimates:

cor

0.2

Para destacar, existe un valor $p < 0,05$. Hay diferencia estadísticamente significativa pero un tamaño del efecto muy débil, la relevancia clínica es nula. La prueba se hizo con los 138 pacientes y no con el número que figura de la tabla, que está abreviada.

El R^2 es casi nulo, su valor es 0,04

0.2^2

[1] 0.04

La correlación es una medida del tamaño del efecto y mucho más importante que el valor p .

■ ENGLISH VERSION

Correlation is a measure of effect size that quantifies the degree of association between two variables. Its value can range from -1 to +1. A value of +1 indicates a perfect positive correlation, while -1 represents a perfect negative correlation¹.

The word correlation is often overused in many publications and presentations at conferences and congresses, and the corresponding test must be performed in order to refer to it. It is advisable to use the words "trend" or "probable association" if this test was not performed.

The most important concept when talking

about correlation is that it does not demonstrate a cause-and-effect relationship. You can do lots of nonsense correlation calculations with overwhelming results. For example, the migration of storks from North Africa to Germany in the spring and the number of births in Germany in the spring. It is obvious that the number of births has absolutely nothing to do with the number of storks that arrived. They are simply associated variables from a statistical point of view.

The effect size is small if it is between 0.10 and 0.30, medium if between 0.30 and 0.50, and large if greater than 0.50. It also applies to negative values¹.

I will not get into formulas, but here is an example in R with made up numbers². These made-up numbers represent continuous variables that allow us to analyze the correlation, omitting the data to keep things brief.

A clinical example could be the correlation between waist circumference and resting blood glucose, but these data are not included in the article.

```
cor(x,y) *
[1] 0.91
```

** This is the literal software output*

X and Y are two numeric variables, the correlation is 0.91, meaning they have a strong positive correlation.

And the p-value of correlation?

The correlation test is used to calculate the p-value; however, it should be emphasized that regardless of its value, if statistical significance exists, it only means “not equal to,” to quote Jacob Cohen³.

The p value will express that the association between “x” and “y” is statistically significant, but does not express the degree of this association. The strength of that association is the value of the correlation.

It is worth repeating that a p-value of 0.00000002 is no more different than a p-value of 0.01. It simply reduces the probability that the difference is due to chance, but ultimately means “not equal to”.

```
cor.test(x,y) *
```

Pearson's product-moment correlation

data: x and y

t = 120, df = 3098, p-value < 0.0000000000000002

alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0

95 percent confidence interval:

0.90 0.91

sample estimates:

cor

0.91

** This is the literal software output*

The result of the test can be seen here. More elements are added: the t-value of the t-distribution, the number of degrees of freedom and the p-value. Although the p-value is low, it does not necessarily imply greater statistical significance, because it does not measure the effect size; it simply indicates that x is not equal to y. The important thing about the correlation test (cor.test) is that it provides us with the confidence

interval, which in this example is very narrow because each series of numbers has 3100 values.

Coefficient of determination R²

R², found in many articles, is a measure that explains how much the dispersion of one variable affects the other. It is the correlation value squared. R² is used in many other situations, such as regression analysis, which is beyond the scope of this article. Its value ranges from 0 to 1 and has no negative values.

*As an example **

```
r <- 0.91
```

```
(r_squared <- r ^ 2)
```

```
[1] 0.83
```

** This is the literal software output*

R² = 0,83

This is the proportion of variance shared by the two variables. Multiplied by 100, it is the percentage of that proportion.

So far, we have discussed the concept of correlation, the often-omitted effect size, the absence of a cause-effect relationship, and the concept of the coefficient of determination.

Finally, a real-life example of the correlation between body mass index and white blood cell count on admission for acute pancreatitis is shown in Table 1.

The output format of the software is copied verbatim.

attach(data) # “attach” simplifies the use of variables

■ TABLE 1

IMC	Rto GB
20.70	12630
19.40	8500
24.90	6900
31.10	11530
24.20	12300
25.38	3840
39.60	10310
19.60	4930
23.30	9380
24.30	9830

The two variables of 10 out of a total of 138 patients to be brief. The kableExtra package was used to create the table.

cor (BMI, WBCC)
[1] 0.2

The correlation is almost null or very weak. The value is 0.2.

cor.test (BMI, WBCC)

Pearson's product-moment correlation

data: IMC and Rto_GB

t = 2, df = 136, p-value = 0.02

alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:

0.036 0.357

sample estimates:

cor
0.2

Of note, the p-value < 0.05, the difference is statistically significant, but the effect size is very weak, the clinical relevance is null. The test was done with 138 patients and not with the number of the table, which is abbreviated.

The R² value of 0.04 is almost null.

0.2 ^ 2

[1] 0.04

Correlation is a measure of effect size, and more relevant than p-value.

Referencias bibliográficas /References

1. El coeficiente de correlación como tamaño del efecto. <https://clbe.wordpress.com/2011/10/10/el-coeficiente-de-correlacion-como-tamano-del-efecto/>
2. R Core Team (2024). *_R: A Language and Environment for Statistical Computing_*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
3. Cohen, J. Things I Have Learned (So Far). *The American psychologist*. 1990; 45(12):1304-12. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.45.12.1304>. Disponible en: <https://users.cla.umn.edu/~nwaller/prelim/cohensofar.pdf>
4. Zhu H (2024). *_kableExtra: Construct Complex Table with 'kable' and Pipe Syntax_*. R package version 1.4.0, <<https://CRAN.R-project.org/package=kableExtra>>.