

INVESTIGACIÓN Y MEDICINA BASADA EN EVIDENCIA

UTILIDAD CLÍNICA DE LA TABLA 2X2

Álvarez-Martínez Héctor Eloy*,**, Pérez-Campos Eduardo**

*Hospital Regional "Presidente Juárez", ISSSTE.

**Centro de Investigación en Ciencias Médicas y Biológicas. Facultad de Medicina y Cirugía. UABJO.

CORRESPONDENCIA/CORRESPONDENCE

*Dr. Héctor E. Álvarez Martínez

Hospital Regional "Presidente Juárez", ISSSTE.

Dr. Gerardo Varela 617

Lomas del Crestón

C.P. 68040

Tel. (951) 5153947

heloy_57@yahoo.com.mx

DETALLES DEL ARTÍCULO

Recibido el 5 de octubre de 2008

Aceptado el 10 de diciembre de 2008

Rev Eviden Invest Clin 2009; 2 (1): 22-27

Clinical usefulness of the 2 x 2 table

A b s t r a c t

Key words: association, specificity, χ^2 square, sensitivity, 2 X 2 table, predictive value.

The purpose of this work was the identification of the uses of the 2 x 2 tables. 2 x 2 tables provide us with various statistics and measures of association. We review contingency tables, sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value, Cohen's kappa coefficient, relative risk, odds-ratio, and the calculation of conditional probabilities.

R e s u m e n

Palabras clave: Asociación, especificidad, χ^2 cuadrada, sensibilidad, tabla 2 X 2, valor predictivo.

El propósito del artículo es la identificación de los usos de las tablas 2 X 2. Éstas nos permiten obtener varias estadísticas y medidas de asociación. Revisamos las tablas de contingencia, sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo, coeficiente kappa de Cohen, riesgo relativo, razón de momios, así como el cálculo de probabilidad condicional.

ESCALAS DE MEDICIÓN

Con el propósito de entender mejor la utilidad de las tablas 2 x 2 en investigación clínica abordaremos de forma breve algunos aspectos sobre las escalas de medición empleadas en estadística. Éstas se clasifican en **nominales, ordinales y numéricas**. La primera es la más simple de las tres; señala observaciones que des-

criben la calidad de una persona o cosa y también se denominan categóricas porque sus valores son susceptibles de agruparse en categorías. Las variables nominales representan grupos o clases mutuamente excluyentes y exhaustivas. Cuando ofrecen sólo dos opciones como respuesta se denominan dicotómicas.

Ejemplos son el género, la presencia o ausencia de salud o enfermedad, el resultado positivo o negativo de una prueba, la exposición o no a un factor, etc.

La escala ordinal se utiliza si hay un orden entre los diferentes grupos, como ocurre con las etapas de un cáncer, la gravedad de una enfermedad, etc., ejemplos son la gravedad de un traumatismo craneoencefálico: leve, moderado o grave; las clases A, B y C de *Child-Turcotte-Pugh* de la cirrosis hepática, etc. El uso de números en esta escala sólo indica la posición de las distintas categorías en la serie y no la magnitud de la diferencia entre las categorías.

La escala numérica es la más completa de las tres. Ésta puede clasificarse en discretas y continuas; las primeras se caracterizan por tener separaciones o interrupciones que carecen de valores entre los distintos valores que la variable puede asumir, por ejemplo el número de hijos, de piezas dentarias, etc. Las variables continuas no poseen estas separaciones y pueden tomar cualquier valor, por ejemplo la edad, peso, estatura, etc.

LA TABLA DE CONTINGENCIA 2 X 2

Una tabla de contingencia es una distribución en filas y columnas en la que los individuos de una población se clasifican en función de variables. Éstas pueden ser de 2 x 2 o de n x n variables. Las filas y las columnas pueden ser definidas de diferentes formas, según el tipo de diseño estadístico.

Si el diseño es prospectivo, se seleccionan los sujetos con base en la exposición, de donde se definen las filas y cada columna representa un resultado diferente. En diseños retrospectivos (casos-control), cada columna representa un diferente grupo de sujetos que se identifican en función de la presencia o ausencia de enfermedad y cada fila representa diferente exposición en el pasado.

En diseños experimentales cada fila representa diferente tratamiento de grupo y cada columna diferentes resultados. En diseños transversales la categoría de exposición se especifica en diferentes filas y la enfermedad en diferentes columnas. Por tanto, una tabla usada para contrastar una asociación o relación entre dos variables se denomina tabla de contingencia. Para lograrlo se despliegan los datos en una tabla

que tiene dos columnas y dos filas (denominada por esta razón tabla 2 X 2) donde ambas variables se contrastan, de tal manera que se obtienen cuatro celdas (tabla cuadrangular o tetracórica) con diferentes valores, los totales por cada fila y columna y el gran total, como se muestra en el cuadro 1.

Las tablas 2 X 2 tienen un extenso uso en investigación clínica ya que pueden ser empleadas para medir la utilidad de una prueba diagnóstica, evaluar la concordancia entre dos observaciones, cuantificar la fuerza de asociación entre dos variables y calcular estadísticos como la Ji cuadrada. A continuación describiremos algunos de los usos más frecuentes. Por razones de espacio no se abordará en este artículo el contraste de hipótesis, lo cual también se realiza en las tablas citadas.

Cuadro 1. Tabla de contingencia 2 x 2.

Medición 2

	Variable presente	Variable ausente	Total
Medición 1			
Variable presente	(a)	(b)	(a+b)
Variable ausente	(c)	(d)	(c+d)
Total	(a+c)	(b+d)	(a+b+c+d)

TABLA 2 X 2 PARA EVALUAR UNA PRUEBA DIAGNÓSTICA

La prueba diagnóstica que provee el diagnóstico de certeza de una condición determinada se ha denominado "estándar de oro". Disponer de éste para el diagnóstico puede no ser posible en la práctica clínica. En vez de ella se pueden utilizar pruebas alternativas, que cuando son comparadas con el estándar de oro nos permiten obtener su validez a través del cálculo de la sensibilidad y especificidad, así como su capacidad de predicción, a través del valor de predicción positivo y negativo, razón de probabilidad positiva, razón de probabilidad negativa y exactitud.

Podemos conocer los atributos de la prueba que se han señalado mediante una tabla 2 x 2, como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Tabla de contingencia para evaluar pruebas diagnósticas.

Prueba diagnóstica

Estándar de oro

	Positivo	Negativo	Total
	(a)	(b)	
Positiva	(a)	(b)	(a+b)
Negativa	(c)	(d)	(c+d)
Total	(a+c)	(b+d)	(a+b+c+d)

En donde, en (a) se encuentran los verdaderos positivos; en (b) los falsos positivos; en (c) están los falsos negativos, y en (d) los verdaderos negativos. A través de esta tabla se pueden calcular los atributos de la prueba diagnóstica, como sigue:

Sensibilidad: Es la proporción de individuos enfermos en los que la prueba es positiva y se obtiene como sigue: Sensibilidad = $a/(a+c)$.

Especificidad: Es la proporción de individuos sanos en los que la prueba es negativa y se obtiene así: Especificidad = $d/(b+d)$.

La sensibilidad y especificidad se presentan como porcentajes y a medida que ambos índices se acerquen a 100% se considera que la prueba es más efectiva. Sin embargo, al clínico también le puede interesar conocer, cuando la prueba es positiva ¿cuál es la probabilidad de que el individuo realmente tenga la enfermedad?, o si la prueba es negativa ¿cuál es la probabilidad de que esa persona realmente no tenga la enfermedad?, lo anterior se conoce como el valor de predicción de una prueba, varía en relación con la prevalencia de la enfermedad estudiada y se puede obtener como sigue:

Valor de predicción positivo: Se enuncia como la capacidad que tiene una prueba, cuando es posi-

tiva, de predecir que el paciente tiene la enfermedad y se puede estimar dividiendo a los verdaderos positivos (a) entre los verdaderos y falsos positivos (a+b):

$$VPP = a/(a+b).$$

Valor de predicción negativo: Es la capacidad de una prueba diagnóstica, cuando es negativa, de predecir que el paciente no tiene la enfermedad y se estima dividiendo a los verdaderos negativos (d) entre los falsos y verdaderos negativos (c+d): $VPN = d/(c+d)$.

La exactitud o eficiencia de una prueba diagnóstica utiliza todos los valores de la tabla 2 X 2 y se obtiene dividiendo la suma de los verdaderos positivos (a) con los verdaderos negativos (d) entre la suma de todos los valores (a+b+c+d), de la siguiente manera: $Exactitud = (a+d)/(a+b+c+d)$.

Otras propiedades de las pruebas diagnósticas son las razones de probabilidad, positiva o negativa. Proporcionan información análoga a los valores de predicción positivo y negativo y se construyen mediante la utilización de la sensibilidad y especificidad.

TABLA 2 X 2 PARA EVALUAR CONCORDANCIA

Si lo que se desea cuantificar es el grado de acuerdo o consistencia entre dos observaciones (concordancia intraobservador o interobservador), la tabla 2 x 2 nos permite hacerlo a través de la cuantificación de: a) el porcentaje de concordancia, es decir la proporción de observaciones en las cuales dos observaciones emiten resultados iguales o b) el coeficiente *kappa*, ejemplo:

Dos radiólogos evalúan una serie de tomografías de cráneo para distinguir si existen o no cisticeros calcificados.

Los resultados se presentan en el cuadro 3.

El porcentaje de concordancia absoluto es igual a la suma de las concordancias dividido entre el total de observaciones, es decir: $(47 + 45)/106 = 87\%$. Sin embargo, con esta medición no se elimina la concordancia debida al azar.

Una medida más adecuada para estimar la concordancia entre dos observadores si la variable es dicotómica, es el coeficiente *kappa* (*k*), el cual descarta

Cuadro 3. Tabla de contingencia para valorar concordancia.

Radiólogo 2

Radiólogo 1	Cisticercos presentes	Cisticercos presentes	Cisticercos ausentes	Total
		47 (a)	5 (b)	
	Cisticercos ausentes	9 (c)	45 (d)	54
Total	56	50	106	

la proporción de la concordancia debida al azar. Se calcula con la siguiente ecuación: $\kappa = (Po-Pc)/(1-Pc)$

Donde:

Po es la concordancia observada $= (a + d)/n$

Pc es la concordancia esperada debida al azar $= \{[(a+b)/n] \bullet [(a+c)/n]\} + \{[(b+d)/n] \bullet [(c+d)/n]\}$

Utilizando los valores del mismo ejemplo, el coeficiente *kappa* (κ) es de:

$$Po = (47+45)/106 = 0.867$$

$$Pc = (47+5)/106 \bullet (47+9)/106 + (5+45)/106 \bullet (9+45)/106 = 0.259 + 0.240$$

$$= 0.499$$

$$\kappa = 0.368/0.501 = 0.7345$$

Los valores de *kappa* varían desde -1 a +1, en donde menos de 0 indica una deficiente concordancia y a medida que el valor se acerca a +1 la concordancia va en aumento.

TABLA 2 X 2 PARA CUANTIFICAR LA FUERZA DE ASOCIACIÓN EN LA EVALUACIÓN DE CAUSALIDAD

Si un factor (denominado de riesgo) se observa de manera conjunta con una enfermedad con mayor frecuencia que la esperada sólo por el azar, es posible que exista entre ambos una relación causal. Sin embargo, es conveniente señalar que la asociación no implica de forma necesaria una relación causa-efecto. Entre mayor fuerza de asociación exista entre ambos factores es más probable que haya entre ellos una relación causal.

El riesgo relativo (RR) y la razón de momios (RM) u *odds ratio* (OR) son medidas fundamentales en epidemiología clínica para cuantificar la fuerza de asociación entre un factor que se presume de riesgo y una enfermedad. El RR se emplea en estudios longitudinales como los de cohorte, en los cuales existe la posibilidad de conocer la incidencia de la enfermedad y por tanto permite establecer que el evento o enfermedad es posterior a la exposición, en tanto que la RM u OR se emplea como un buen estimador del RR en estudios transversales o de casos y controles en los cuales la incidencia no puede conocerse. *Odds* es el cociente entre la probabilidad de que un hecho ocurra y la probabilidad de que no ocurra (Cuadro 4).

Cuadro 4. Tabla de contingencia para evaluar asociación.

Enfermedad

Factor de riesgo	Enfermedad		Total
	Presente	Ausente	
Presente	47 (a)	5 (b)	52
Ausente	9 (c)	45 (d)	54
Total	56	50	106

Si el diseño es un estudio de cohorte, el RR se calcula de la siguiente manera:

$$RR = [a/(a+b)]/ [c/(c+d)]$$

$$RR = [47/(47+5)]/ [9/(9+45)]$$

$$RR = [0.904]/[0.167]$$

$$RR = 5.413$$

Si el estudio es de casos y controles se obtiene la RM u OR como sigue:

$$OR = (a \bullet d) / (b \bullet c)$$

$$OR = (47 \bullet 45) / (5 \bullet 9)$$

$$OR = 2115/45$$

$$OR = 47$$

En este caso el RR obtenido se interpreta como sigue: la exposición al factor conlleva un riesgo 5.413 veces mayor que la no exposición para desarrollar la enfermedad. Como ya se comentó, OR es un buen estimador del RR por lo cual el valor obtenido indica que existe una asociación 47 veces mayor entre el factor que se presume de riesgo y la enfermedad. Entre más alejados de la unidad se encuentren los valores de RR u OR la fuerza de asociación es más alta; si el valor es menor de 1 puede significar protección.

USO DE LA TABLA 2 X 2 PARA EL CÁLCULO DE JI CUADRADA

La tabla 2 X 2 también es útil para obtener estadísticos como la Ji cuadrada (χ^2) para dos grupos. Cuando se comparan las proporciones o frecuencias de dos grupos y la pregunta de investigación consiste en si hay diferencias en las proporciones observadas con respecto a las que cabría esperar si ambos grupos fueran independientes, los resultados observados se plasman en una tabla 2 X 2, y se comparan con los esperados cuando los grupos son independientes, aplicando la prueba χ^2 para independencia. Si ambos grupos no tienen dependencia entre sí, es decir, si no hay relación entre variables de las columnas y renglones, las frecuencias observadas y las esperadas variarán entre sí sólo por una cantidad pequeña debido a la variabilidad muestral y el valor de χ^2 será también pequeño. Si existe dependencia, las frecuencias observadas variarán de manera sustancial con respecto a las esperadas y el valor de χ^2 será mayor.

El valor de χ^2 para cada celda se puede calcular de la siguiente manera:

$$\chi^2 = \sum (O-E)^2/E$$

Donde O es la frecuencia observada en cada celda y E la frecuencia esperada. Luego se suman los valores obtenidos en cada celda y se obtiene el valor total de χ^2 . El valor obtenido se compara con el señalado en la tabla de valores de la distribución de χ^2 de acuerdo a los grados de libertad, que en este caso se obtiene como sigue:

$$\text{Grados de libertad} = (\text{columnas} - 1)(\text{filas} - 1) = (2-1)(2-1) = 1$$

La distribución de χ^2 sólo tiene valores no negativos y su media es el número de grados de libertad, de

modo que cualquier valor mayor al valor crítico señalado en la tabla de distribuciones indica que las dos variables no son independientes. Por último, es conveniente señalar que la prueba χ^2 no deberá utilizarse si en cualquiera de las celdas el valor de la frecuencia esperada (no la observada) es menor de 5, en cuyo caso deberá realizarse un procedimiento alternativo conocido como la prueba exacta de Fisher.

OTROS USOS DE LA TABLA 2 X 2

La tabla de contingencia de 2 x 2 también se emplea para hallar las probabilidades de que un hecho ocurra (Cuadro 5).

Cuadro 5. Tabla de contingencia para evaluar probabilidad.

		Enfermedad		Total
		Presente (B)	Ausente (no B)	
Sexo	Presente (A)	47 $p_{11}=p(A \text{ y } B)$	5 $p_{12}=p(A \text{ y no } B)$	52 $p(A)=p_{11}+p_{12}$
	Ausente (no A)	9 $p_{21}=p(\text{no } A \text{ y } B)$	45 $p_{22}=p(\text{no } A \text{ y no } B)$	54 $p(\text{no } A)=p_{21}+p_{22}$
Total	56	50	106	
	$p(B)=p_{11}+p_{21}$	$p(\text{no } B)=p_{12}+p_{22}$		1

Si dividimos todas las casillas entre el total, 106 resulta el cuadro 6.

Cuadro 6. Tabla de contingencia con probabilidades.

		Enfermedad		Total
		Sobrepeso presente (B)	Sobrepeso ausente (no B)	
Sexo	Presente (A)	0.443	0.047	0.490
	Ausente (no A)	0.085	0.425	0.510
Total	0.528	0.472		1

Si elegimos una persona al azar de las 106 personas de la población estudiada, la probabilidad de que sea hombre es $p11+p12= 0.490$; si elegimos una persona al azar de toda la población la probabilidad de que sea hombre con sobrepeso es de 0.443. La probabilidad de que se seleccione de toda la muestra una mujer sin sobrepeso es de 0.425.

Si la selección es diferente, esto es, primero elegimos un hombre y la pregunta es ¿qué probabilidad hay de que tenga sobrepeso? Hay que calcular la probabilidad de $p11/ (p11+p12)$, $0.443/0.490= 0.904$.

REFERENCIAS

- 1.- DANIEL W. BIOESTADÍSTICA. BASE PARA EL ANÁLISIS DE LAS CIENCIAS DE LA SALUD. 3^a ED. MÉXICO. UTEHA NORIEGA EDITORES; 2000. CAPÍTULO 1, ORGANIZACIÓN E INTEGRACIÓN DE DATOS; 17-68.
- 2.- MILTON JS. ESTADÍSTICA PARA BIOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA SALUD. 3^a ED. MADRID, ESPAÑA. McGRAW-HILL INTERAMERICANA; 2001. CAPÍTULO 12, DATOS CATEGÓRICOS; 439-60.
- 3.- MORENO ALTAMIRANO A, LÓPEZ MORENO S, CORCHO BERDUGO A. PRINCIPALES MEDIDAS EN EPIDEMIOLOGÍA. SALUD PÚBLICA MEX 2000; 42: 337-48.
- 4.- ZOU KH, O'MALLEY AJ, MAURI L. RECEIVER-OPERATING CHARACTERISTIC ANALYSIS FOR EVALUATING DIAGNOSTIC TESTS AND PREDICTIVE MODELS. CIRCULATION 2007; 115: 654-7.
- 5.- VARGAS VF, MORENO AL, CANO VF, GARCÍA RF, EDITORES. EPIDEMIOLOGÍA CLÍNICA 2^a ED. MÉXICO. INTERAMERICANA-MCGRAW-HILL; 1994. CAPÍTULO 9, CAUSALIDAD; 131-42.
- 6.- DAWSON-SAUNDERS B, TRAPP RG. BIOESTADÍSTICA MÉDICA. 2^a ED. MÉXICO, D.F. EL MANUAL MODERNO; 1997. CAPÍTULO 9, ESTIMACIÓN Y COMPARACIÓN DE PROPORCIONES; 171-92.