



# FOCUS on Field Epidemiology

Enfoque en Epidemiología de Campo

## CONTRIBUYENTES

### Autores:

Meredith Anderson, MPH

Amy Nelson, PhD, MPH

Grupo de trabajo FOCUS\*

### Críticos:

Grupo de trabajo FOCUS\*

Gloria C. Mejía, DDS, MPH, PhD

(Versión en español)

### Editoras de Producción :

Tara P. Rybka, MPH

Lorraine Alexander, DrPH

Rachel A. Wilfert, MD, MPH

Gloria C. Mejía, DDS, MPH, PhD

(Versión en español)

### Jefe de Edición:

Pía D.M. MacDonald, PhD, MPH

### Traducción al español por:

Pelusa Orellana

\* Todos los miembros del Grupo de Trabajo FOCUS están nombrados en la última página de la publicación.

## Análisis de Datos: Pruebas Estadísticas Simples

Es la mitad del verano, el tiempo ideal para nadar, y tu hospital local informa de varios niños con infección de *Escherichia coli* O157:H7. Una investigación preliminar muestra que muchos de estos niños nadaron recientemente en un lago local. El lago ha sido cerrado para que el departamento de salud pueda efectuar una investigación. Ahora necesitas averiguar si el nadar en el lago esta significativamente asociado a la infección por *E.coli*, para saber si el lago es realmente la fuente del brote. Esta situación ocurrió en *Washington* en 1999 y es un ejemplo de la importancia de un buen análisis de datos, incluyendo las pruebas estadísticas, en una investigación de brote. (1)

Los principales pasos en un análisis básico de datos son: limpieza de datos, codificación y análisis descriptivos, cálculo de estimadores (con intervalos de confianza); cálculo de medidas de asociación (con intervalos de confianza) y pruebas estadísticas.

En ediciones anteriores de FOCUS discutimos la limpieza de datos, la codificación y el análisis descriptivo, así como también el cálculo de estimadores (riesgos y probabilidad) y medidas de asociación (razón de riesgo y oportunidad relativa). En esta edición discutiremos los intervalos de confianza y valores p, y presentaremos algunas pruebas estadísticas básicas, incluyendo el ji-cuadrado ( $X^2$ ) y ANOVA. (análisis de varianza)

Antes de realizar cualquier análisis

de datos, es importante saber con qué tipo de variables estás trabajando. Los tipos de variables te indican que estimadores puedes calcular, y más tarde, qué tipo de pruebas estadísticas deberías usar. Recuerda, las variables continuas son numéricas (como por ejemplo, la edad en años o el peso) mientras que las variables categóricas (sí o no, masculino y femenino, o algo totalmente distinto) son simplemente lo que su nombre indica- categorías.

Para las variables continuas, generalmente calculamos medidas tales como la media (promedio), mediana, y desviación estándar para describir la variable. Usamos medias y medianas en salud pública todo el tiempo; por ejemplo, hablamos de la edad promedio de las personas infectadas con *E. coli*, o la mediana de los contactos domésticos de pacientes-caso con varicela.

En la investigación de campo, muchas veces te interesan variables dicotómicas o binarias (2 niveles) que representen una exposición (comió ensalada de patatas o no comió ensalada de patatas) o un resultado (se contagio de *Salmonella* o no). Para las variables categóricas no podemos calcular la media o la mediana, pero podemos calcular riesgo. Recuerda, riesgo es el número de personas que desarrolla una enfermedad entre todas las personas en riesgo de desarrollarla en un determinado período de tiempo. Por ejemplo, en un grupo de bomberos, podríamos hablar del riesgo de desarrollar enfermedad respiratoria durante el mes siguiente a un episodio de inhalación seria de humo.



UNC  
SCHOOL OF  
PUBLIC HEALTH

NORTH CAROLINA  
CENTER FOR PUBLIC  
HEALTH PREPAREDNESS

The North Carolina Center for Public Health Preparedness is funded by Grant/Cooperative Agreement Number U90/CCU424255 from the Centers for Disease Control and Prevention. The contents of this publication are solely the responsibility of the authors and do not necessarily represent the views of the CDC.

**Medidas de Asociación**

Por lo general recopilamos información de la exposición y enfermedad porque queremos comparar dos o más grupos de personas. Para hacer esto, calculamos las **medidas de asociación**. Las medidas de asociación nos indican la fuerza de asociación entre dos variables, tales como la exposición y la enfermedad. Las dos medidas de asociación que usamos más frecuentemente son el riesgo relativo o la razón de riesgo (RR) y la oportunidad relativa (OR). La decisión de calcular una RR u OR depende del diseño del estudio (ver recuadro). Interpretamos la RR y la OR de la siguiente manera:

- RR o OR = 1: la exposición no tiene asociación con la enfermedad.
- RR o OR > 1: la exposición puede estar positivamente asociada a la enfermedad.
- RR o OR < 1: la exposición puede estar negativamente asociada a la enfermedad.

Este es un buen momento para discutir una de nuestras herramientas de análisis favoritas: la tabla de 2x2. Debes estar familiarizado con esta tabla a partir de ediciones anteriores de FOCUS. Por lo general se usan con variables dicotómicas para comparar grupos de personas. La tabla tiene una variable dicotómica en las filas y otra variable dicotómica en las columnas. Este formato es útil porque por lo general nos interesa determinar la asociación entre una exposición dicotómica y un resultado dicotómico. Por ejemplo, la exposición puede ser el haber consumido sal-

**¿Razón de riesgo u oportunidad relativa?**

La razón de riesgo, o riesgo relativo se usa cuando miramos una población y comparamos los resultados de quienes estuvieron expuestos a algo con los resultados de quienes no estuvieron expuestos. Cuando realizamos un estudio de cohorte, podemos calcular razones de riesgo.

Sin embargo, el diseño de estudio de casos y controles no nos permite calcular la razón de riesgo, porque la población total en riesgo no está incluida en el estudio. Por esta razón usamos la oportunidad relativa en los estudios de casos y controles. Una oportunidad relativa es la oportunidad de exposición entre los casos divididos por la oportunidad de exposición entre los controles, y otorga un cálculo aproximado de la razón de riesgo.

Por lo tanto recuerda, para un estudio de cohorte, calcula la razón de riesgo, y para un estudio de casos y controles, calcula una oportunidad relativa. Para más información acerca del cálculo de razones de riesgo y de oportunidades relativas, revisa *FOCUS volumen 3, ediciones 1 y 2*.

sa en un restaurante (o no haber comido salsa), y el resultado podría ser tener Hepatitis A (o no tener Hepatitis A). La tabla 1 muestra datos de un estudio de casos y controles realizado en el estado de *Pennsylvania* en 2003.(2)

**Tabla 1. Ejemplo de tabla 2x2 para Hepatitis A en el restaurante A**

		Resultado		Total
		Hepatitis A	No Hepatitis A	
Exposición	Comió salsa	218	45	263
	No comió salsa	21	85	106
Total		239	130	369

¿Qué medida de asociación podemos obtener de esta tabla de 2x2? Ya que no sabemos cual es el total de la población en riesgo (todos quienes comieron salsa), no podemos determinar el riesgo de enfermedad entre los grupos expuestos y no expuestos. Esto significa que no podremos usar la razón de riesgo. En lugar de eso, usaremos la oportunidad relativa, que es exactamente lo que los autores del estudio hicieron. Descubrieron una oportunidad relativa de 19.6\* lo que significa que la oportunidad de tener Hepatitis A entre quienes comieron salsa eran 19.6 veces más alta que entre quienes no comieron salsa.

$$*OR = \frac{ad}{bc} = \frac{(218)(85)}{(45)(21)} = 19.6$$

**Intervalos de confianza**

¿Cómo sabemos si una oportunidad relativa de 19.6 es significativa en nuestra investigación? Podemos comenzar por calcular el **intervalo de confianza** en torno a la oportunidad relativa. Cuando calculamos un estimador (como riesgo u oportunidad), o una medida de asociación (como la razón de riesgo o la oportunidad relativa), ese cálculo (en este caso 19.6) se llama el estimador puntual. El intervalo de confianza de un estimador puntual describe la precisión del cálculo. Representa un rango de valores a cada lado del estimador. Mientras más angosto es el intervalo de confianza, más preciso es el estimador puntual.(3) El estimador puntual será por lo general el valor del centro de tu intervalo de confianza.

Una analogía puede explicar el intervalo de confianza. Digamos que tenemos una bolsa grande con 500 bolitas rojas, verdes y azules. Nos interesa saber el porcentaje de bolitas verdes, pero no tenemos tiempo para contar cada

bolita. Por lo tanto agitamos la bolsa y seleccionamos 50 bolitas para darnos una idea, o un cálculo, del porcentaje de bolitas verdes en la bolsa. En nuestra muestra de 50 bolitas, encontramos 15 verdes, 10 rojas y 25 azules.

Basándonos en esta muestra, podemos concluir que 30% (15 de las 50) bolitas en la bolsa son verdes. En este ejemplo, el 30% es el estimador puntual. ¿Podemos con confianza establecer que el 30% de las bolitas son verdes? Podríamos tener algo de incertidumbre de esta aseveración, ya que hay una posibilidad de que el porcentaje real de bolitas verdes en la bolsa sea mayor o menor a 30%. En otras palabras, nuestra muestra de 50 bolitas puede no reflejar exactamente la distribución real de las bolitas en la bolsa de 500 bolitas. Una manera de determinar el grado de incertidumbre es calcular un intervalo de confianza.

El intervalo de confianza más usado es el de 95%. Cuando usamos un intervalo de confianza de 95%, concluimos que nuestro rango estimado tiene un 95% de posibilidades de contener el valor de la población verdadera (por ejemplo, el verdadero porcentaje de bolitas verdes en nuestra bolsa). Supongamos que el intervalo de confianza de 95% es de 17-43%.

¿Cómo interpretamos esto? Bien, calculamos que el 30% de las bolitas son verdes, y el intervalo de confianza nos dice que el verdadero porcentaje de bolitas verdes en la bolsa, se encuentra posiblemente entre 17 y 43%. Sin embargo, hay un 5% de probabilidad que este rango (17-43%) no contenga el verdadero porcentaje de bolitas verdes.

En epidemiología por lo general nos sentimos cómodos con este 5% de probabilidad de error, por lo que comúnmente usamos el intervalo de confianza de 95%. Sin embargo, si queremos menos probabilidad de error, podríamos calcular un intervalo de confianza de 99%, que sólo tiene un 1% de probabilidad de error. Esto tiene su costo, ya que con un intervalo de confianza de 99%, el rango calculado será más amplio que con un intervalo de confianza de 95%. De hecho, con un intervalo de confianza de 99% nuestro cálculo del porcentaje de bolitas verdes

#### Cálculo de intervalos de confianza

¿Cómo entonces calculas un intervalo de confianza? Es posible hacerlo a mano. La mayoría de las veces, sin embargo, usamos programas estadísticos tales como Epi Info, SAS, STATA, SPSS o Episheet para hacer los cálculos. Generalmente, un intervalo de confianza es por defecto de 95%, pero este puede ajustarse a 90%, 99% o cualquier otro nivel dependiendo del nivel de precisión deseado.

Para quienes se interesen en calcular intervalos de confianza a mano, el siguiente recurso puede ser útil:

Giesecke, J. *Modern Infectious Disease Epidemiology*. 2<sup>nd</sup> Ed. Londres: Arnold Publishing, 2002 .

es de 13-47%. ¡Es bastante amplio! Por otro lado, si estuviéramos dispuestos a aceptar un 10% de probabilidad de error, podríamos calcular un intervalo de confianza de 90% (y en este caso, el porcentaje de bolitas verdes sería de 19-41%).

Idealmente, querríamos un intervalo de confianza muy angosto, que pudiera indicar que nuestro cálculo es muy preciso. Una manera de obtener un cálculo más preciso es tomar una muestra más grande. Si hubiéramos tomado 100 bolitas de la bolsa (en lugar de 50), y hubiéramos encontrado 30 bolitas verdes, el estimador puntual todavía sería de 30%, pero el rango del intervalo de confianza de 95% sería de 21-39% (en lugar de nuestro rango original de 17-43%). Si tuviéramos una muestra de 200 bolitas y encontráramos 60 bolitas verdes, el estimador puntual sería 30% y el rango del intervalo de confianza de 95% sería de 24-36%. Puedes observar que el intervalo de confianza se hace más angosto a medida que el tamaño de la muestra aumenta.

Volvamos al ejemplo de la Hepatitis A en el restaurante de *Pennsylvania* para una revisión final del intervalo de confianza. La oportunidad relativa era de 19.6 y el intervalo de confianza del 95% era de 11.0-34.9. Esto significa que había un 95% de probabilidad de que el rango 11.0-34.9 incluyera la verdadera oportunidad relativa de Hepatitis A

#### Recursos adicionales:

- Washington State Department of Health. Guidelines for Using Confidence Intervals for Public Health Assessment. <http://www.doh.wa.gov/Data/Guidelines/ConfIntguide.htm>
- Swinscow TDV. Chapter 8: The Chi-Square Test. *Statistics at Square One*. 9th Ed. BMJ Publishing Group; 1997. <http://bmj.bmjournals.com/collections/statsbk/8.shtml>
- Simple Interactive Statistical Analysis <http://home.clara.net/sisa/two2hlp.htm>

entre las personas que comieron salsa, en comparación con quienes no comieron salsa. Recuerda que una oportunidad relativa de 1 significa que no hay diferencia entre los dos grupos, mientras que una oportunidad relativa mayor a 1 indica un mayor riesgo entre el grupo expuesto. El límite inferior del intervalo de confianza era de 11.0, lo cual es mayor a 1. Esto quiere decir que podemos concluir que las personas que consumieron salsa tenían realmente mayor oportunidad de enfermar que quienes no comieron salsa.

Es necesario incluir intervalos de confianza con tus estimadores puntuales. De esta manera puedes dar una idea de la precisión de tus cálculos. Aquí hay dos ejemplos:

- En un brote de enfermedad gastrointestinal en dos escuelas básicas en Italia, los investigadores informaron que los niños que consumieron una ensalada fría de maíz y atún tenían 6.19 veces el riesgo de enfermarse que aquellos niños que no comieron (intervalo de confianza del 95%: 4.81-7.98%). (4)
- En un brote de pertussis (tos ferina) en una comunidad de Oregon, Estados Unidos, en 2003, los pacientes-caso tuvieron 6.4 veces la oportunidad de vivir con un niño de entre 6-10 años que los pacientes-control (intervalo de confianza al 95%: 1.8-23.4). (5)

En ambos ejemplos, uno puede concluir que hay una asociación entre exposición y enfermedad.

**Análisis de datos categóricos**

Has calculado una medida de asociación (una razón de riesgo u oportunidad relativa), y un intervalo de confianza para un rango de valores alrededor del estimador puntual. Ahora quieres usar una prueba estadística formal para determinar si los resultados son estadísticamente significativos. Aquí nos concentraremos en las pruebas estadísticas que se usan más comúnmente en la epidemiología de campo. La primera es la prueba de ji-cuadrado.

*Estadística de ji-cuadrado*

Como se mencionó anteriormente, un análisis común en epidemiología incluye variables dicotómicas y usa una tabla de 2x2. Queremos saber si la enfermedad X ocurre de la misma manera entre personas que pertenecen al grupo A como quienes pertenecen al grupo B. En epidemiología es común poner a las personas en grupos sobre la base de su exposición a un factor de riesgo de enfermedad.

Para determinar si esas personas expuestas tienen más enfermedad que quienes no están expuestas, realizamos una prueba de asociación entre exposición y enfermedad en ambos grupos. Usemos un ejemplo hipotético para

ilustrar esto. Supongamos que hubo un brote de *Salmonella* en un crucero, y los investigadores realizaron un estudio retrospectivo de cohorte para determinar el origen del brote. Entrevistaron a las 300 personas en el crucero y descubrieron que 60 tenían síntomas compatibles con Salmonelosis (tabla 2a). Los cuestionarios indicaron que muchos de los pacientes-caso comieron tomates en el bar de ensaladas. La tabla 2a muestra el número de personas que comió tomates y el número de quienes no comieron tomates del bar de ensaladas.

**Tabla 2a. Ejemplo de estudio de cohorte: exposición a tomates e infección por *Salmonella***

	Salmonelosis?		Total
	Si	No	
Tomates	41	89	130
No Tomates	19	151	170
Total	60	240	300

Para ver si existe una diferencia significativa en la cantidad de enfermedad entre quienes comieron tomates (41/130 o un 32%) y quienes no comieron (19/170 o un 11%), una prueba que podemos realizar es una estadística fácil y útil llamada X<sup>2</sup> (o ji-cuadrado). Para calcular un simple ji-cuadrado, se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Deben haber al menos un total de 30 observaciones (personas) en la tabla.
- Cada celda debe contener un número de 5 o más.

Para realizar una prueba de ji-cuadrado, comparamos los datos observados (de los resultados de nuestro estudio) con los datos que esperaríamos ver. Entonces, ¿cómo sabemos qué datos serían esperados? Necesitamos saber el tamaño de nuestra población, por lo que comenzamos con los totales de nuestros datos observados, como aparece en la tabla 2b.

**Tabla 2b. Totales por fila y columna para tomates e infección por *Salmonella***

	Salmonelosis?		Total
	Si	No	
Tomates			130
No Tomates			170
Total	60	240	300



Esto nos da la distribución general de personas que comieron tomates y las personas que se enfermaron. Basados en estas distribuciones, podemos completar las celdas vacías de la tabla con los valores esperados, usando los totales como ponderados. Un programa computacional te ayudará a calcular los valores esperados, pero es bueno saber que estos números no caen simplemente del cielo: ¡de hecho existe un método simple para calcularlos!

$$\text{Valor esperado} = \frac{\text{total fila} \times \text{total columna}}{\text{total general}}$$

Para la primera celda, la gente que comió tomates y enfermó:

$$\text{Valor esperado} = \frac{130 \times 60}{300} = 26$$

Podemos usar esta fórmula para calcular los valores esperados para cada una de las celdas, como se muestra en la tabla 2c.

**Tabla 2c. Valores esperados para la exposición a tomates**

		Salmonelosis?		Total
		Si	No	
Tomates		$\frac{130 \times 60}{300} = 26$	$\frac{130 \times 240}{300} = 104$	130
	No Tomates	$\frac{170 \times 60}{300} = 34$	$\frac{170 \times 240}{300} = 136$	
Total		60	240	300

Para calcular la estadística ji-cuadrado, usas los valores observados de la tabla 2a y los valores esperados que calculamos en la tabla 2c. Usas la siguiente fórmula:  $[(\text{valor observado}-\text{esperado})^2/\text{esperado}]$  para cada celda

**Tabla 2d. Valores esperados para la exposición a los tomates**

		Salmonella?		Total
		Si	No	
Tomates		$\frac{(41-26)^2}{26} = 8.7$	$\frac{(89-104)^2}{104} = 2.2$	130
	No Tomates	$\frac{(19-34)^2}{34} = 6.6$	$\frac{(151-136)^2}{136} = 1.7$	
Total		60	240	300


de la tabla, como en la tabla 2d. Luego sumas estos números para obtener la estadística ji-cuadrado.

El ji-cuadrado ( $X^2$ ) para este ejemplo es 19,2 ( $8.7 + 2.2 + 6.6 + 1.7 = 19.2$ ) ¿Qué nos dice exactamente este número? En general, mientras más alto el valor del ji-cuadrado, mayor es la probabilidad de que exista una diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos que estás comparando. Para saber a ciencia cierta, sin embargo, tendrás que mirar el valor p en una tabla de ji-cuadrado. Hablaremos del valor p y cómo se relaciona con el ji-cuadrado más adelante. Primero, sin embargo, observemos distintos tipos de pruebas ji-cuadrado.

Muchos programas computacionales entregan distintos tipos de pruebas de ji-cuadrado. Cada una de estas pruebas es más adecuada para ciertas situaciones.

La prueba ji-cuadrado más comúnmente calculada es la de Pearson, o el ji-cuadrado no corregido. De hecho, si ves un resultado que simplemente aparece como “ji-cuadrado”, es probable que se trate realmente del ji-cuadrado de Pearson. Una regla general es usar el ji-cuadrado de Pearson cuando tienes una muestra más bien grande (más de 100). Para una tabla de 2x2, el computador toma algunos atajos al calcular el ji-cuadrado, lo cual no funciona tan bien con muestras más pequeñas, pero sí hace más fáciles los cálculos.

La figura abajo identifica los tipos de pruebas a usar en distintas situaciones. Si tienes una muestra con menos de 30 personas o si una de las celdas en tu tabla de 2x2 es menor a 5, necesitarás usar la prueba exacta de Fisher, en lugar del ji-cuadrado. Si tienes datos apareados, deberías usar la prueba de McNemar en vez de un ji-cuadrado

	
<b>Desfile de estadísticos</b>	
<b>La prueba adecuada....</b>	<b>Para usar cuando....</b>
Ji-cuadrado de Pearson (no corregido)	Tamaño de la muestra >100 Cuenta celdas esperadas >10
Ji-cuadrado de Yates (corregido)	Tamaño de la muestra >30 Cuenta celdas esperadas ≥5
Ji-cuadrado de Mantel-Haenszel	Tamaño de la muestra > 30 Variables son ordinales
Fisher exacto	Tamaño de la muestra < 30 ó cuenta celdas esperadas <5

estándar (hablaremos más sobre la prueba de McNemar en la siguiente edición de FOCUS).

A continuación hay unos cuantos ejemplos de estudios que compararon dos grupos usando una prueba de ji-cuadrado o la prueba exacta de Fisher. En cada estudio, los investigadores eligieron el tipo de prueba que mejor se aplicaba a la situación. Recuerda que el valor de ji-cuadrado se usa para determinar el valor  $p$  correspondiente. Muchos estudios, incluyendo los que aparecen más abajo, informan sólo el valor  $p$  en lugar del valor del ji-cuadrado.

- Ji-cuadrado de Pearson (no corregido): Un estudio en el estado de *North Carolina* investigó 955 individuos referidos por el *Department of Health and Human Services* (Departamento de Salud y Servicios Humanos) porque eran parejas de personas que resultaron ser HIV positivo. El estudio descubrió que la proporción de parejas que fue evaluada para HIV difería significativamente por raza/etnia (valor  $p < 0.001$ ). El estudio también descubrió que las tasas de HIV positivo no diferían por raza/etnia entre las 610 personas evaluadas ( $p=0.4$ ). (6)
- Ji-cuadrado de Yates (corregido): En un brote de *Salmonella* gastroenteritis asociada con el consumo de comida en un restaurante, 14 de los 15 clientes enfermos estudiados habían consumido ensalada César,

mientras que 0 de 11 clientes sanos habían comido la ensalada (valor  $p < 0.001$ ). El aderezo en la ensalada había sido hecho con huevos crudos probablemente contaminados con *Salmonella*. (7)

- Prueba exacta de Fisher: Un estudio de Streptococos del Grupo A entre niños asistentes a un centro de cuidado infantil descubrió que 7 de 11 niños que pasaban 30 o más horas en el centro tenían Streptococos del Grupo A confirmado por laboratorio, mientras que 0 de 4 niños que pasaban menos de 30 horas en el centro tenían Streptococos del Grupo A (valor  $p < 0.001$ ). (8)

#### Valores P

Volvamos a nuestro brote hipotético de *Salmonella* en un crucero. En nuestro ejemplo, el 32% de las personas que comieron tomates tuvieron infección por *Salmonella*, comparado con 11% de las personas que no comieron tomates. (Pese a que 32% y 11% parecieran ser distintos, necesitaremos verificar esto con una prueba estadística. Muchas veces las apariencias engañan.) ¿Cómo podemos saber si la diferencia entre 32% y 11% es una diferencia “real”? En otras palabras, ¿cómo sabemos que nuestro valor ji-cuadrado de 19.2 indica una diferencia estadísticamente significativa? ¡El **valor p** es nuestro indicador!

Muchas pruebas estadísticas dan tanto un resultado numérico (por ejemplo nuestro valor ji-cuadrado de 19.2) y un valor  $p$ . El valor  $p$  es un número que varía entre 0 y 1. ¿Luego, qué nos indica el valor  $p$ ? El valor  $p$  es la probabilidad de obtener el resultado que obtuviste, suponiendo que ambos grupos que estás comparando son realmente *iguales*.

En otras palabras, comenzamos por suponer que no existen diferencias en los resultados entre los grupos (por ejemplo, las personas que comieron tomates y quienes no comieron.) Luego observamos las pruebas estadísticas y los valores  $p$  para ver si indican lo contrario. Un valor  $p$  bajo significa que, suponiendo que los grupos son realmente iguales, la probabilidad de observar estos resultados simplemente por casualidad, es muy pequeña. Por lo tanto, puedes denominar la diferencia entre los dos grupos como estadísticamente significativa. Un valor  $p$  alto quiere decir que ambos grupos no eran tan diferentes. Un valor  $p$  de 1 significa que no había diferencias entre los dos grupos.

Generalmente, si el valor  $p$  es menor a 0.05, la diferencia observada se considera estadísticamente significativa. Pese a que esto es en cierta medida arbitrario, por lo general consideramos que las diferencias estadísticamente significativas son reales. Si el valor  $p$  está por debajo de 0.05, concluimos que la diferencia observada es una diferencia real y no ocurrió por casualidad.

#### Una nota de cuidado....

Las pruebas estadísticas tales como el ji-cuadrado están basados en diversos supuestos acerca de los datos, incluyendo la **independencia** de las observaciones. El supuesto de independencia significa que el valor de una observación no influye en el valor de otra observación

Si en tu estudio este supuesto no aplica, entonces no es correcto usar la prueba. Entre las situaciones en las que no debe usarse la prueba de ji-cuadrado se incluyen: observaciones repetidas del mismo grupo de personas (por ejemplo, pre y posprueba) y diseños de pares en los que casos y controles están apareados en variables tales como edad y sexo. Estas situaciones requieren de métodos especiales de análisis de datos

Afortunadamente para nosotros, en la mayoría de las situaciones que enfrentamos en la epidemiología de campo, los supuestos del ji-cuadrado se cumplen. Por ejemplo, las personas que comieron ensalada de patatas no son las mismas que no comieron ensalada de patatas.

Se pueden usar un número de pruebas estadísticas para obtener el valor p. La prueba que uses depende del tipo de datos que tengas. En la sección anterior discutimos el ji-cuadrado. Si la estadística del ji-cuadrado es pequeña, esto indica que los datos observados y esperados no eran muy distintos, y el valor p es grande ( $>0.05$ , es decir, la diferencia no era estadísticamente significativa). Si la estadística del ji-cuadrado es grande, esto por lo general significa que el valor p es pequeño y que la diferencia podría ser estadísticamente significativa.

Al inicio de esta edición, mencionamos el brote de *E.coli* O157:H7 asociado a bañarse en un lago. En este estudio, los investigadores informaron que los “pacientes-caso eran significativamente más propensos que los sujetos control que ahí acampaban, de haber tenido agua del lago en la boca (valor  $p = <0.002$ ) y de haber tragado agua del lago (valor  $p = <0.002$ ).” (1) Debido a que los valores p eran, cada uno, inferiores a 0.05, ambas exposiciones fueron consideradas como factores de riesgo estadísticamente significativos.

### Análisis de Datos Continuos

Los datos no siempre se ajustan a categorías discretas, pero los datos numéricos continuos también pueden ser de interés en investigaciones de campo. Podrías querer comparar síntomas clínicos entre grupos de pacientes. Por ejemplo, quieres comparar la temperatura (fiebre) de pacientes adultos con la de niños. Podrías comparar la

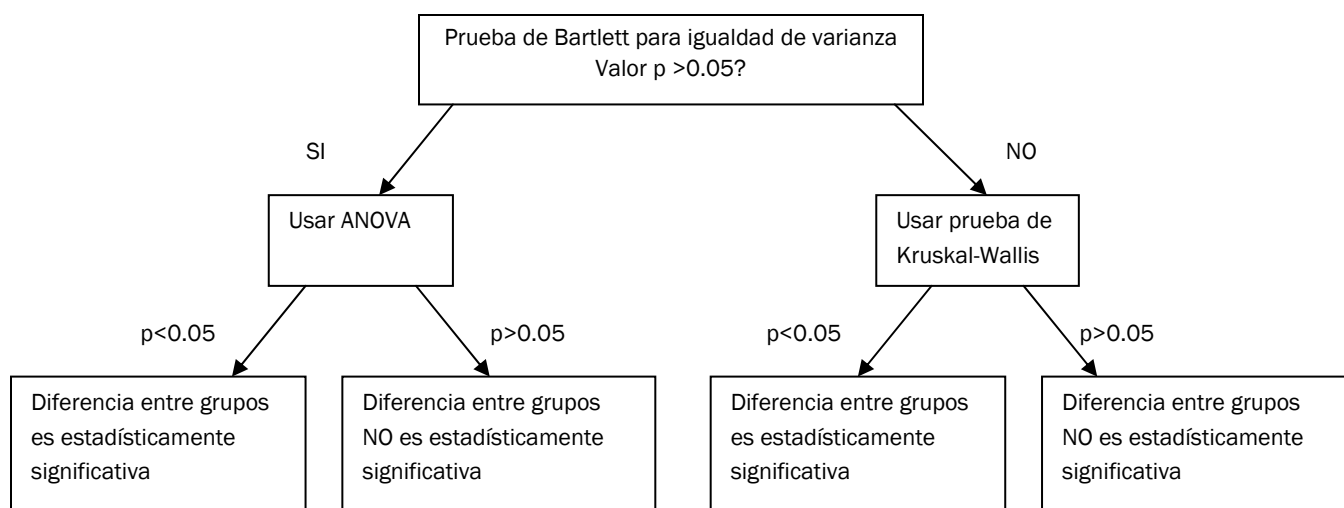
edad promedio de los pacientes a la edad promedio de los no-pacientes, o la frecuencia respiratoria de quienes estuvieron directamente expuestos a un gas químico en comparación con quienes no estuvieron expuestos.

Es posible hacer este tipo de comparación a través de una prueba llamada **Análisis de Varianza (ANOVA)**, por sus siglas en inglés). La mayoría de los principales programas informáticos de estadística calculan ANOVA, pero el resultado varía un poco entre distintos programas. Aquí discutiremos el resultado a partir de Epi Info para introducir el método de ANOVA y otras dos pruebas útiles. Epi Info genera 3 pedazos de información cuando realizas una prueba usando ANOVA: los resultados del ANOVA, la prueba de Bartlett, y la prueba de Kruskal-Wallis. Los siguientes párrafos describen cómo interpretar cada una de estas pruebas.

### ANOVA

Cuando se comparan variables continuas entre grupos de sujetos de estudio, se usa un análisis que otorga un valor p. Sin embargo, en lugar de usar pruebas de ji-cuadrado como lo hicimos para datos categóricos, usamos una **prueba t** (para comparar 2 grupos) o una **prueba f** (para comparar 3 o más grupos). El procedimiento de ANOVA usa tanto la prueba t como la prueba f, dependiendo del número de grupos que se comparan. Una prueba t compara promedios entre dos grupos, toma en cuenta la variabilidad en cada grupo, y obtiene una estadística (t) que tiene un valor p.

Figura1. Árbol de decisión para el análisis de datos continuos.



Por ejemplo, digamos que estamos evaluando diferencias de edad entre dos grupos. Si los grupos tienen promedios de edad muy similares y un “esparcimiento” o distribución similar de edades, la estadística *t* será relativamente pequeña y el valor *p* no será significativo (es decir, será  $>0.05$ ). Si el promedio de edad de los 2 grupos es bastante diferente, la estadística *t* será mayor, y el valor *p* será menor. Si el valor *p* es menor a 0.05, los grupos tendrán edades significativamente diferentes.

#### *Prueba de Bartlett*

En las pruebas *t* y *f*, existe un supuesto crítico que debes conocer. ANOVA supone que los grupos tienen **varianzas** similares. En otras palabras, los dos grupos tienen una distribución similar de los valores de las edades. Piensa en ello como al comparar manzanas con manzanas. Como parte del análisis de ANOVA, el programa informático realiza un análisis por separado sólo para ver si las varianzas de los dos grupos son comparables. Este análisis se denomina prueba de Bartlett para igualdad de varianzas. El supuesto básico para esta prueba es que las varianzas son comparables.

Si ves un valor *p* para la prueba que es mayor a 0.05, que no es significativo, todo está bien. Puedes usar los resultados de tu ANOVA. Sin embargo si el valor *p* de tu Bartlett es menor a 0.05, las varianzas en los grupos no son iguales y no puedes usar los resultados del ANOVA. En esta situación existe otra prueba que puedes usar en lugar de ANOVA: la prueba de Kruskal-Wallis.

#### *Prueba de Kruskal-Wallis*

En Epi Info, se te entrega un tercer resultado que sólo necesitarás si la prueba de Bartlett te indicó que las varianzas no eran suficientemente similares como para usar ANOVA (es decir, el valor *p* de la prueba de Bartlett fue menor a 0.05). La prueba de Kruskal-Wallis no hace supuestos acerca de la varianza de los datos. La prueba de Kruskal-Wallis no evalúa los promedios sino que examina la distribución de los valores al interior de cada uno de los grupos. La prueba entregará un valor *p*. Si el valor *p* es mayor a 0.05 puedes concluir que no existe una diferencia significativa entre los grupos. Si el valor *p* es menor a 0.05, existe una diferencia significativa entre los grupos. La figura 1 presenta un resumen de cuándo usar cada una de estas pruebas para analizar datos continuos.

#### **Conclusión**

El análisis de datos epidemiológicos es un vínculo vital para implicar exposiciones en la causalidad de enfermedades. Podrías tomarte años de estudios para aprender métodos estadísticos y epidemiológicos. Sin embargo, en la epidemiología de campo, unos pocos cálculos y pruebas comprobadas como eficaces conforman el meollo de los métodos analíticos. Aquí hemos presentado los intervalos de confianza, valores *p*, pruebas de ji-cuadrado, ANOVA y sus interpretaciones. Cuando manejes estos métodos, ¡tus habilidades en epidemiología de campo serán las mejores!

La siguiente edición de FOCUS irá más a fondo en el análisis de datos para manejar métodos que puedes usar para controlar el fenómeno de confusión, incluyendo el apareamiento y la regresión logística. .



## CONTACTO:

The North Carolina Center for Public Health Preparedness  
The University of North Carolina at Chapel Hill  
Campus Box 8165  
Chapel Hill, NC 27599-8165

Phone: 919-843-5561  
Fax: 919-843-5563  
Email: nccphp@unc.edu

### Grupo de trabajo FOCUS:

- Lorraine Alexander, DrPH
- Meredith Anderson, MPH
- David Bergmire-Sweat, MPH
- Kim Brunette, MPH
- Anjum Hajat, MPH
- Pia D.M. MacDonald, PhD, MPH
- Gloria C. Mejia, DDS, MPH, PhD
- Amy Nelson, PhD, MPH
- Tara P. Rybka, MPH
- Rachel A. Wilfert, MD, MPH

## REFERENCIAS:

1. Bruce MG, Curtis MB, Payne MM, et al. Lake-associated outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 in Clark County, Washington, August 1999. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2003;157:1016-1021.
2. Wheeler C, Vogt TM, Armstrong GL, et al. An outbreak of hepatitis A associated with green onions. *N Engl J Med.* 2005;353:890-897.
3. Gregg MB. *Field Epidemiology.* 2<sup>nd</sup> ed. New York, NY: Oxford University Press; 2002.
4. Aureli P, Fiorucci GC, Caroli D, et al. An outbreak of febrile gastroenteritis associated with corn contaminated by *Listeria monocytogenes.* *N Engl J Med.* 2000;342:1236-1241.
5. Schafer S, Gillette H, Hedberg K, Cieslak P. A community-wide pertussis outbreak: an argument for universal booster vaccination. *Arch Intern Med.* 2006;166:1317-1321.
6. Centers for Disease Control and Prevention. Partner counseling and referral services to identify persons with undiagnosed HIV — North Carolina, 2001. *MMWR Morb Mort Wkly Rep.* 2003;52:1181-1184.
7. Centers for Disease Control and Prevention. Outbreak of *Salmonella* Enteritidis infection associated with consumption of raw shell eggs, 1991. *MMWR Morb Mort Wkly Rep.* 1992;41:369-372.
8. Centers for Disease Control and Prevention. Outbreak of invasive group A streptococcus associated with varicella in a child-care center — Boston, Massachusetts, 1997. *MMWR Morb Mort Wkly Rep.* 1997;46:944-948.

Si le gustaría recibir copias electrónicas del periódico FOCUS on Field Epidemiology por favor llene la siguiente forma:

- NOMBRE: \_\_\_\_\_
- TÍTULO (S): \_\_\_\_\_
- AFILIACIÓN: \_\_\_\_\_
- CORREO ELECTRÓNICO: \_\_\_\_\_
- ¿Podemos contactar por correo electrónico a sus colegas?: Si es así, por favor incluya su correo electrónico a continuación  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Por favor enviar por fax a: (919) 919-843-5563

O por correo a: North Carolina Center for Public Health Preparedness  
The University of North Carolina at Chapel Hill  
Campus Box 8165  
Chapel Hill, NC 27599-8165

O en línea en: <http://www.sph.unc.edu/nccphp/focus/>

## PRÓXIMOS TEMAS

- **Análisis avanzado de datos: métodos para el control de confusión**
- **Recolección de especímenes en investigaciones de brotes**
- **Diagnóstico de laboratorio: un repaso general**

¡Estamos en Internet!

<http://www.sph.unc.edu/nccphp>