

## TEST DE FILTRACION O PRUEBA TAMIZ\*\*

Kahl-Martin Colimon S.\*

Al lado de las encuestas de Morbilidad, y en especial del Estudio de Prevalencia, conviene mencionar los test de Filtración o Prueba Tamiz, a los cuales se refiere generalmente con el nombre inglés de *screening test*.

Se utiliza para programas de detección temprana de enfermedad; un ejemplo es un programa de detección de carcinoma de cérvix por medio de citología vaginal, y la determinación de la presencia de sífilis por la reacción de Wasserman.

Cuando se establece por primera vez un programa tamiz en una comunidad, se obtiene un dato de Prevalencia de la Patología investigada. La continuación del programa, o sea la retamización periódica a los sujetos de la comunidad exento de la Patología en el momento de iniciación, dará un dato de Incidencia en un período dado de observación.

Al determinar la presencia de una enfermedad en una comunidad, estamos tratando un problema de Prevalencia. Es la probabilidad de *tener* la enfermedad en un momento dado y en una comunidad dada.

La incidencia es la probabilidad de *contraer* o de *adquirir* la enfermedad en un período dado.

Si a un grupo de 10.000 sujetos se les determina la presencia o ausencia de una enfermedad considerada como problema de Salud Pública, y se encuentra que 1.000 individuos tienen o presentan la enfermedad en un momento y en una área dada, se está determinando la prevalencia de punto de la enfermedad. Al descartar a estos 1.000 sujetos, y bajo el supuesto de que no haya más nacimientos, ni migración, ni mortali-

dad, se hace el seguimiento a estos 9.000 sujetos restantes. Si durante el siguiente período de un año se detectan 90 nuevos enfermos, se establece así la incidencia de esta enfermedad en un período de un año. Entonces la probabilidad de contraer la enfermedad en aquel período es  $90/9.000$ , o sea 0.01.

La primera parte, de Prevalencia, es fruto de un estudio de corte, mientras que la segunda parte, Incidencia, es el resultado de un estudio longitudinal.

El test de filtración puede efectuarse en estas mismas dos formas, sea por corte, sea en forma longitudinal, y también por cortes seriados.

*Criterio de Test: Sensibilidad, Especificidad, Valor Predictivo:*

Se espera que un test, con el criterio probabilístico, sea aquella prueba que permita predecir o detectar la presencia o ausencia de una enfermedad o un síndrome. El concepto de test no involucra necesariamente el de exámenes de laboratorio, sino de prueba que garantiza la certeza positiva o negativa.

Para dar valor al test hay que tener en cuenta los conceptos de *sensibilidad* y *especificidad*.

La *sensibilidad* de un test es su capacidad para detectar a los realmente enfermos. Por ejemplo, si se presenta un número X de enfermos ya diagnosticados por métodos comunes, el test sensible en un 100o/o debería detectarlos como enfermos, en su totalidad, sin excluir a ninguno. Cuando el test deja escapar a cierto número de enfermos, que en estos casos serían falsos negativos, su sensibilidad está disminuída. Co-

\* Profesor de Epidemiología Escuela Nacional de Salud Pública.

\*\* Tomado del Capítulo 9 de "Fundamentos de Epidemiología", libro en preparación del mismo autor.

mo es difícil encontrar un test ideal que siempre capta a todos los enfermos, un test altamente sensible presenta una alta probabilidad de detectar al enfermo. Si un test es sensible en un 98o/o significa que de cada 100 enfermos con esta Patología, se tendrá la probabilidad de detectar a 98.

La *Especificidad* del test es su capacidad para descartar al exento de la enfermedad investigada. Por ejemplo, al presentar un número X de personas sanas, o sin la Patología investigada, el test específico en un 100o/o debería descartarlos como no enfermos en su totalidad. Un test altamente específico, en un 97o/o tiene la probabilidad de descartar como no enfermos a 97 de cada 100 individuos que se presentan sin la Patología investigada; los 3 restantes serán falsos positivos.

Para probar la efectividad de un test se le aplicará frente a sujetos cuyo diagnóstico ya ha sido confirmado o descartado por otros procedimientos seguros.

La ilustración del concepto anterior se hará con base al siguiente diagrama:

		Diagnóstico		Total
		+	-	
Test	+	a	b	a+b
	-	c	d	c+d
Total		a+c	b+d	n

En donde:

$a+c$  = total de sujetos con diagnóstico positivo confirmado, basado en otros criterios de alto valor.

$b+d$  = total de sujetos con diagnóstico negativo confirmado.

$a+b$  = total de personas con test positivo.

$c+d$  = total de personas con test negativo.

Entonces vemos la interpretación de cada casilla interna:

$a$  = Sujetos con diagnóstico positivo y test positivo (verdadero positivo).

$b$  = Sujetos con diagnóstico negativo y test positivo (falso positivo).

$c$  = Sujetos con diagnóstico positivo y test negativo (falso negativo).

$d$  = Sujetos con diagnóstico negativo y test negativo (verdadero negativo).

De allí que:

*Sensibilidad del test:*

$$a = \frac{\text{Sujetos con diagnóstico positivo y test positivo}}{\text{Total sujetos con diagnóstico positivo confirmado}}$$

*Especificidad del test:*

$$d = \frac{\text{Sujetos con diagnóstico negativo conf. y test negativo.}}{\text{Total de sujetos con diagnóstico negativo confirmado.}}$$

Fuera de las nociones anteriores de sensibilidad y especificidad, se debe familiarizar con los conceptos de:

Valor predictivo o valor diagnóstico del test positivo y

Valor predictivo o valor diagnóstico del test negativo.

El *valor predictivo del test positivo* es la capacidad del test de dar un resultado positivo a los realmente enfermos, evitando así la inclusión de falsos positivos.

Un test que indicaría un 100o/o de valor predictivo; significaría que la totalidad de individuos que presentan el resultado del test positivo son enfermos sin excepción. En otros términos, pacientes con resultado del test positivo, son pacientes que presentan la Patología investigada con toda certeza.

Un test de un valor predictivo positivo alto, sea en un 97o/o, indicaría que de cada 100 individuos que presentan el resultado del test positivo, 97 tienen la Patología investigada, y los 3 restantes serían falsos positivos.

El test positivo indicaría entonces una alta seguridad o probabilidad de tener la Patología investigada.

El valor predictivo del test positivo se traduce por:

$$a = \frac{\text{Sujetos con diagnóstico positivo y test positivo.}}{\text{Total de sujetos con test positivo.}}$$

El *valor predictivo del test negativo* es su capacidad de dar un resultado negativo a los realmente exentos de la enfermedad, evitando así la inclusión de falsos negativos.

Un test con un 100o/o de valor predictivo negativo significaría que la totalidad de individuos con el test negativo son exentos de la Patología investigada, sin ninguna excepción. En otros términos, individuos con test negativo son individuos sin la Patología con toda certeza.

Un test de un alto valor predictivo negativo, sea en un 98o/o, significaría que de cada 100 individuos con resultado negativo del test, 98 se encuentran realmente libres de la Patología investigada; los dos restantes serían falsos negativos.

El test negativo indicaría en este caso una alta seguridad o probabilidad de no tener la Patología buscada.

El valor predictivo del test negativo se traduce por:

$$\frac{d}{c+d} = \frac{\text{Sujetos con diagnóstico negativo y test negativo.}}{\text{Total de sujetos con test negativo.}}$$

Se corroborará lo anterior con un ejemplo numérico para presentar mejor los conceptos de sensibilidad, especificidad, valor predictivo del test positivo y valor predictivo del test negativo.

Sean doscientos (200) sujetos de los cuales cien (100) presentan la enfermedad establecida por criterios diagnósticos muy seguros. Se prueban varios test en relación con la enfermedad. Las situaciones extremas puede ser las siguientes:

*Situación No. 1.*

		Enfermedad		Total
		+	-	
Test 1	+	a 98	b 3	101
	-	c 2	d 97	99
Total		100	100	200

$$\text{Sensibilidad: } \frac{98}{100} \times 100 = 98\text{o/o}$$

$$\text{Especificidad: } \frac{97}{100} \times 100 = 97\text{o/o}$$

Falsos negativos: 2 Personas

Falsos positivos: 3 Personas

$$\text{Valor predictivo del test positivo: } \frac{98}{101} = 97.03\text{o/o}$$

$$\text{Valor predictivo del test negativo: } \frac{97}{99} = 97.98\text{o/o}$$

El test No. 1 es muy sensible, muy específico, de un alto valor predictivo del test positivo y de un alto valor predictivo del test negativo.

*Situación No.2.*

		Enfermedad		Total
		+	-	
Test 2	+	a 40	b 1	41
	-	c 60	d 99	159
Total		100	100	200

$$\text{Sensibilidad: } \frac{40}{100} \times 100 = 40\text{o/o}$$

$$\text{Especificidad: } \frac{99}{100} \times 100 = 99\text{o/o}$$

Falsos positivos: 1 Persona

Falsos negativos: 60 Personas

$$\text{Valor predictivo del test positivo: } \frac{40}{41} \times 100 = 97.56\text{o/o}$$

$$\text{Valor predictivo del test negativo: } \frac{99}{159} \times 100 = 62.26\text{o/o}$$

El test No.2 es poco sensible, muy específico, de un alto valor predictivo del test positivo y de un bajo valor predictivo del test negativo.

Situación No. 3.

		Enfermedad		Total
		+	-	
Test 3	+	a 98	b 65	163
	-	c 2	d 35	37
Total		100	100	200

Sensibilidad:  $\frac{98}{100} \times 100 = 98\text{o/o}$

Especificidad:  $\frac{35}{100} \times 100 = 35\text{o/o}$

Falsos positivos: 65 Personas

Falsos negativos: 2 Personas

Valor predictivo del test positivo:  $\frac{98}{163} \times 100 = 60.12\text{o/o}$

Valor predictivo del test negativo:  $\frac{35}{37} \times 100 = 94.59\text{o/o}$

El test No. 3 es muy sensible, muy poco específico, de bajo valor predictivo del test positivo y de alto valor predictivo del test negativo.

Situación No. 4.

		Enfermedad		Total
		+	-	
Test 4	+	a 45	b 40	85
	-	c 55	d 60	115
Total		100	100	200

Sensibilidad:  $\frac{45}{100} \times 100 = 45\text{o/o}$

Especificidad:  $\frac{60}{100} \times 100 = 60\text{o/o}$

Falsos positivos: 40 Personas

Falsos negativos: 55 Personas

Valor predictivo del test positivo:  $\frac{45}{85} \times 100 = 52.94\text{o/o}$

Valor predictivo del test negativo:  $\frac{60}{115} \times 100 = 52.17\text{o/o}$

El test No.4 es poco sensible, poco específico y los valores predictivos del test positivo y del test negativo son bajos.

Para visualizar mejor los aspectos de test, se resumirá los cuatro (4) ejemplos en el cuadro siguiente:

	Situación No.1	Situación No. 2	Situación No. 3	Situación No.4
Sensibilidad	98o/o	40 o/o	98 o/o	54 o/o
Especificidad	97 o/o	99 o/o	35 o/o	60 o/o
Valor predictivo de test Positivo	97 o/o	98 o/o	60 o/o	53 o/o
Valor predictivo de test Negativo	98 o/o	62 o/o	95 o/o	52 o/o
Falsos Positivos	3 sujetos	1	65	40
Falsos Negativos	2 sujetos	60	2	55

De los cuatro (4) ejemplos anteriores, el test No.1 sería lo ideal. Sin embargo es difícil encontrar un test a la vez altamente sensible y altamente específico. Las situaciones más probables son los test No. 2 y No.3. El test No.4 no puede ser aconsejable.

El test ideal sería además aquel que reúne los requisitos de un procedimiento eficaz, rápido, barato, capaz de ser aplicado en masa, que necesita de poco equipo para dar certeza inicial en la confirmación o descarte de la enfermedad que se investiga.

De lo anterior deducimos lo siguiente:

a. *Un test muy sensible.*

(Test No. 1 y No.3) es aquel que tiene muy alta probabilidad de detectar la enfermedad investigada, dejando un número reducido de falsos negativos independientemente de la proporción de falsos positivos. Implica una gran seguridad de que un paciente enfermo sea detectado como tal (positivo).

*NOTA:*

El test No.1 deja pocos falsos positivos mientras que el test No.3 deja un número elevado de falsos positivos.

b. *Un test muy específico.*

(Test No.1 y No.2) es aquel que presente una muy alta probabilidad de descartar al exento de la enfermedad que se investiga, dejando un número muy reducido de falsos positivos, independientemente de la proporción de falsos negativos. Implica una gran seguridad de que el exento de la enfermedad sea detectado como tal (negativo).

*NOTA:*

El test No.1 deja pocos falsos negativos, mientras que el test No.2 deja un número elevado de falsos negativos.

c. *Un test de alto valor de predicción positiva.*

(Test No.1 y No.2) es aquel cuyo resultado positivo refleja una alta probabilidad o seguridad de tener la enfermedad investigada, dejando un número reducido o baja proporción de falsos positivos, independientemente de la proporción de falsos negativos.

d. *Un test de alto valor de predicción negativa.*

(Test No.1 y No.3) es aquel cuyo resultado negativo refleja muy alta probabilidad o seguridad de la ausencia de la enfermedad investigada, con un número muy reducido o baja proporción de falsos negativos, independientemente de la proporción de los falsos positivos.

Una vez determinada la sensibilidad y la especificidad del test, se puede utilizar para aspectos individuales o para fenómenos de colectividad. La prueba Tamiz se emplea para fenómenos de masa tanto para detectar presencia como ausencia de enfermedad en colectividad.

*Utilidad del Test de Filtración.*

Cuando se emplea en Salud Pública, sirve para detectar o descartar la presencia de determinado tipo de enfermedad o síndrome que pueda causar un *Problema de Salud Pública*, por su alta incidencia o prevalencia y factibilidad de tratamientos, y para aquellas enfermedades en las cuales un diagnóstico hecho en forma temprana pueda presentar un tratamiento eficaz tendiente a la curación, a la disminución de la incapacidad o reducción de secuelas, a la prolongación del período de sobrevivencia o aumento de la expectativa de vida, o reducción de la mortalidad o letalidad para determinada enfermedad.

Esquemáticamente, su utilidad es en:

Enfermedades o Patología que constituye un Problema de Salud Pública por su alta incidencia o prevalencia y posibilidad de tratamiento.

Patología susceptible de tratamiento eficaz al descubrirse en etapa temprana.

Patología invalidante, aún de baja incidencia pero cuyo diagnóstico temprano aumenta la expectativa de vida, reduce mortalidad y letalidad.

a. *Para detección de enfermedad.*

El interés es sobre todo de detectar una enfermedad

Cuando la Patología es grave y susceptible de tratamiento curativo o paliativo

Cuando se necesita detectar casos de enfermedad con fines investigativos.

En esta circunstancia se emplea un test muy sensible, el cual dará una proporción baja de falsos negativos.

Se debe tener en cuenta además el valor predictivo del test positivo, es decir, la probabilidad de estar enfermo cuando el test es positivo. Entre más alto es el valor predictivo del test positivo menor es la proporción de falsos positivos.

Entonces el individuo, que es positivo al test, debe someterse a otros procedimientos diagnósticos para confirmar la presencia de una enfermedad y evitar así los falsos positivos, es decir, individuos no enfermos que podrían ser tratados como tal. Es un gran inconveniente tratar un individuo como sifilítico mientras que realmente no lo es, o tratar un individuo como tuberculoso mientras que tiene solamente una Patología pulmonar diferente de la tuberculosis.

b. Para descartar una enfermedad.

Es de gran importancia en programas masivos, cuando la enfermedad es susceptible de tratamiento.

En Salud Pública, es de gran interés no solo detectar como enfermo quien en realidad lo es, sino también descartar la enfermedad en quien realmente no la tenga. En este aspecto, se necesita un tipo de test, o medios diagnósticos muy específicos que detectan a los no enfermos como tales.

Se debe tener en cuenta el valor predictivo del test negativo, o sea que el test negativo significa probabilidad de ausencia de la enfermedad. Entre mas alto está el valor predictivo del test negativo, menor la proporción de falsos negativos.

Cuando se quiere determinar la presencia o la ausencia de una Patología en campañas de masa, el resultado se dará en función del valor predictivo del test.

Al saber que el test resulta de un valor predictivo positivo del 70o/o, implica que de cada 100 sujetos, con el test positivo, 70 tienen la Patología investigada. La detección de estos enfermos se hará posteriormente por la aplicación de medidas diagnósticas apropiadas para la enfermedad que se quiere detectar.

Al saber que el test resulta de un valor predictivo negativo del 80o/o, implica que de cada 100 sujetos con el test negativo, 80 son realmente exentos de la enfermedad investigada.

El valor predictivo de una Prueba Tamiz depende de:

La Sensibilidad del test.

De su Especificidad.

De la Prevalencia de la Patología en la comunidad tamizada.

*Cuando la Especificidad permanece constantemente alta*, un test de alta Sensibilidad se acompaña de un valor predictivo del test positivo o negativo bastante alto, mientras que un test de baja Sensibilidad presentaría el valor predictivo del test negativo bajo.

*A Sensibilidad constantemente alta*, un test de alta Especificidad se acompañará de un valor predictivo del test positivo o negativo bastante alto; mientras que un test de baja Especificidad presentaría sobre todo una baja en el valor diagnóstico del test positivo.

Los cambios en relación con la Prevalencia se verán más adelante.

*Valor del Test de Filtración o Tamizado y su Interpretación Según la Prevalencia de la Enfermedad.*

Si la enfermedad que se quiere detectar es de Prevalencia cambiante en comunidades distintas, el resultado de un test, a Sensibilidad y Especificidad constantes, será diferente en cuanto al valor predictivo del test positivo y negativo.

Los ejemplos siguientes permitirán la ampliación de dicho concepto, sobre la variación de la Prevalencia con un test cuya sensibilidad y especificidad quedan constantes. Es un concepto bastante importante cuando se establece un programa de masa. El conocimiento previo o aproximado de Prevalencia de una enfermedad permitirá dar alguna luz sobre el resultado de un programa de masa.

Se presentará un test con una sensibilidad de 90o/o, una especificidad de 95o/o y cuatro medidas de Prevalencia, respectivamente 50 por 100; 25 por 100; 10 por 100 y 1 por 100. Se examinarán estas cuatro cir-

condiciones con una población de 10.000 sujetos, para ver según la Prevalencia:

Cambios en los Valores predictivos del test positivo.

Cambios en los Valores predictivos del test negativo.

Cambios en la proporción de falsos positivos.

Cambios en la proporción de falsos negativos.

Ejemplo No.1.

Sensibilidad del test: 90o/o  
 Especificidad del test: 95o/o  
 Prevalencia Enfermedad: 50o/o  
 Población de Estudio n: 10.000 sujetos.

Como la Prevalencia es de 50o/o, el número de enfermos es de:

$$n \times 50 \text{ o/o} = 10.000 \times \frac{50}{100} = 5.000 \text{ sujetos, lo que corresponde a : } (a + c)$$

Entonces:

$$\text{Sensibilidad} = \frac{a}{a+c} = \frac{90}{100} = \frac{a}{5.000} ;$$

$$\text{De allí } a = \frac{5.000 \times 90}{100} = 4.500$$

$$c = 5.000 - 4.500 = 500$$

$$\text{Especificidad} = \frac{d}{b+d} = \frac{95}{100} = \frac{d}{5.000}$$

$$\text{De allí } d = \frac{5.000 \times 95}{100} = 4.750$$

$$b = 5.000 - 4.750 = 250$$

Con el valor de los marginales, (a+b) y (b+d), y de las casillas internas a y d, se puede construir la siguiente tabla de 2 x 2:

		Enfermedad		Total
		+	-	
Test	+	a 4.500	b 250	a+b 4.750
	-	c 500	d 4.750	c+d 5.250
Total		a+c 5.000	b+d 5.000	n 10.000

De allí, el valor predictivo del test positivo:

$$\frac{a}{a+b} \times 100 = \frac{4.500}{4.750} \times 100 = 94.74 \text{ o/o}$$

Valor predictivo del test negativo:

$$\frac{d}{c+d} \times 100 = \frac{4.750}{5.250} \times 100 = 90.48 \text{ o/o}$$

Ejemplo No.2.

Sensibilidad del test: 90o/o  
 Especificidad del test: 95o/o  
 Prevalencia Enfermedad: 25o/o  
 Población de Estudio n: 10.000 sujetos.

De acuerdo a la Prevalencia de 25o/o, el número de sujetos enfermos es de:

$$n \times 25 \text{ o/o} = \frac{10.000 \times 25}{100} = 2.500; \text{ lo que corresponde a: } (a+c)$$

Con el mismo raciocinio anterior, se construye la siguiente tabla de 2 x 2:

		Enfermedad		Total
		+	-	
Test	+	a 2.250	b 375	a+b 2.625
	-	c 250	d 7.125	c+d 7.375
Total		a+c 2.500	b+d 7.500	n 10.000

De allí, el valor predictivo del test positivo:

$$\frac{a}{a+b} \times 100 = \frac{2.250}{2.625} \times 100 = 85.71 \text{ o/o}$$

Valor predictivo del test negativo:

$$\frac{d}{c+d} \times 100 = \frac{7.125}{7.375} \times 100 = 96.61 \text{ o/o}$$

*Ejemplo No.3.*

Sensibilidad: 90o/o  
 Especificidad: 95o/o  
 Prevalencia: 10.o/o  
 Población n: 10.000

Los datos anteriores permiten la presentación de la siguiente tabla de 2 x 2:

		Enfermedad		Total
		+	-	
Test	+	a 900	b 450	1.350
	-	c 100	d 8.550	8.650
Total		a+c 1.000	b+d 9.000	n 10.000

De allí, el valor predictivo del test positivo:

$$\frac{a}{a+b} \times 100 = \frac{900}{1.350} \times 100 = 66.67 \text{ o/o}$$

Valor predictivo del test negativo:

$$\frac{d}{c+d} \times 100 = \frac{8.550}{8.650} \times 100 = 98.84 \text{ o/o}$$

*Ejemplo No.4.*

El cambio es solamente de la Prevalencia: 1o/o  
 Con dicha Prevalencia, el número de enfermos será 100  
 y el de no enfermos: 9.900

Según los valores de Sensibilidad de 90o/o, y de Especificidad de 95o/o, se puede construir la siguiente tabla de 2 x 2:

		Enfermedad		Total
		+	-	
Test	+	a 90	b 485	585
	-	c 10	d 9.405	9.415
Total		a+c 100	b+d 9.900	n 10.000

De allí, el valor predictivo del test positivo:

$$\frac{90}{585} \times 100 = 15.3 \text{ o/o}$$

Valor predictivo del test negativo:

$$\frac{9.405}{9.415} \times 100 = 99.89 \text{ o/o}$$

Para visualizar mejor los diferentes ejemplos, se les resume según el cuadro siguiente:

*Sensibilidad 90o/o, Especificidad 95o/o, Población n de 10.000 sujetos.*

	Ejemplo No. 1	Ejemplo No. 2	Ejemplo No. 3	Ejemplo No. 4
	Prevalen. 50 o/o	Prevalen. 25 o/o	Prevalen. 10 o/o	Pfevalen. 1 o/o
Valor Predictivo del test Positivo	94.74 o/o	85.71 o/o	66.67 o/o	15.3 o/o
Valor Predictivo del test Negativo	90.48 o/o	96.61 o/o	98.84 o/o	99.89 o/o
Falso Positivo	250 sujet.	375	450	495
Falso Negativo	500 sujet.	250	100	10

En conclusión para una Prueba Tamiz o Test de Filtración, con Sensibilidad y Especificidad Constantes, aplicándose en áreas diferentes o en una misma área en donde cambia la Prevalencia de la Enfermedad investigada, el resultado de este test varía de la manera siguiente:

a. Cuando disminuye la Prevalencia:

1. El valor predictivo del test positivo disminuye pasando por los ejemplos presentados en el cuadro anterior de 94.8o/o, 85.7o/o, 66.6o/o, 15.3o/o.
2. El valor predictivo del test negativo aumenta, como en el cuadro anterior de 90.4o/o, 96.6o/o, 98.8o/o, 99.9o/o.
3. Aumenta el número de falsos positivos, o sea la casilla *b* en relación con el total de sujetos *n*. La proporción de falsos positivos *b/n* aumenta.
4. Los falsos negativos, o sea la casilla *c*, disminuye, así como la proporción *c/n*.

b. Cuando aumenta la Prevalencia, el fenómeno se presenta en sentido inverso.

Es de importancia saber interpretar el valor y los límites de un test de Filtración.

La misma prueba puede dar resultados diferentes según el área o la comunidad en donde se

aplica, de acuerdo a la Prevalencia de la Enfermedad investigada, en razón de los falsos negativos que encontrarán; de allí el cuidado en la interpretación de los aspectos de Salud Pública en programas de masa.

*Valor Predictivo de una Prueba Tamiz Determinada por el Empleo del Teorema de Bayes.*

Se recordará el enunciado del Teorema de Bayes:

$$P(C/E) = \frac{P(E/C) P(C)}{P(E/C) P(C) + P(E/\bar{C}) P(\bar{C})}$$

Lo que se traduce así:

Probabilidad (causa dada efecto) =

Probabilidad (efecto dada causa) Probabilidad (causa)

Probabilidad (efecto dada causa) Probabilidad (causa) + Probabilidad (efecto dada ausencia causa) Probabilidad (ausencia causa).

Con respecto al valor predictivo del test diagnóstico, el Teorema de Bayes es también de aplicación en una comunidad dada, conociendo la Prevalencia de la Enfermedad, su Sensibilidad y su Especificidad, para saber la probabilidad de tener una enfermedad dada la presencia de un test positivo.

Siendo:

E = Presencia Enfermedad o Prevalencia o Incidencia.

$\bar{E}$  = Ausencia Enfermedad.

T = Test Positivo.

$\bar{T}$  = Test Negativo.

Se tendrá:

$P(E/T)$  = Probabilidad de la enfermedad, dado el test positivo, o sea Valor predictivo del test positivo.

$P(T/E)$  = Probabilidad de tener el test positivo, dada la presencia de la enfermedad, o sea la Sensibilidad del test.

$P(E)$  = Prevalencia o Incidencia de la enfermedad en la población tamizada.

$P(T/\bar{E})$  = Probabilidad de tener el test positivo, dada la ausencia de la enfermedad.

$P(\bar{E})$  = Probabilidad de no tener la enfermedad.

Con respecto al Teorema de Bayes, el valor predictivo del test positivo se traducirá así:

$$P(E/T) = \frac{P(T/E) P(E)}{P(T/E) P(E) + P(T/\bar{E}) P(\bar{E})}$$

lo que se interpreta de acuerdo al cuadro siguiente:

		Enfermedad		Total
		+	-	
Test	+	a	b	a+b
	-	c	d	c+d
Total		a+c	b+d	n

en donde:

$$P(T/E) = \frac{a}{a+c} = \text{Sensibilidad del test.}$$

$$P(\bar{T}/\bar{E}) = \frac{d}{b+d} = \text{Especificidad del test.}$$

$$P(T/\bar{E}) = \frac{b}{b+d} = \text{Complemento de la Especificidad.}$$

$$P(\bar{T}/E) = \frac{c}{a+c} = \text{Complemento de la Sensibilidad.}$$

Al referirse a los datos del ejemplo No.3, en donde se tiene una Sensibilidad de 90o/o y una Especificidad de 95o/o, con una Prevalencia de 10o/o, se tendrá:

$$P(T/E) = 0.90$$

$$P(\bar{T}/\bar{E}) = 0.95$$

$$P(\bar{T}/E) = 0.05$$

$$P(T/\bar{E}) = 0.10$$

$$P(E) = 0.10$$

$$P(\bar{E}) = 0.90$$

Y el Teorema de Bayes para el valor predictivo del test positivo:

$$P(E/T) = \frac{0,90 \times 0,10}{(0,90 \times 0,10) + (0,05 \times 0,90)} = 0,666$$

dato similar al valor predictivo del test positivo encontrado en el ejemplo 3 que es de 66.67o/o.

Para el valor predictivo del test negativo, el Teorema de Bayes se traduce así:

$$P(\bar{E}/\bar{T}) = \frac{P(\bar{T}/\bar{E}) P(\bar{E})}{P(\bar{T}/\bar{E}) P(\bar{E}) + P(\bar{T}/E) P(E)}$$

O sea:

$$P(\bar{E}/\bar{T}) = \frac{0,95 \times 0,90}{(0,95 \times 0,90) + (0,10 \times 0,10)} = 0,9884$$

lo que es muy similar al Valor predictivo del test negativo encontrado en el ejemplo 3 que es de 98.84o/o.

*Consideraciones:*

Cuando se emplea una Prueba Tamiz, debe ser, generalmente, para una enfermedad que constituye un Problema de Salud Pública.

Se debe disponer de un método fácil, barato, capaz de ser aplicado en campañas de masa, con un equipo sencillo.

La Prueba debe ser suficientemente específica o sensible según la finalidad para la cual se emplea. El *Valor Predictivo del Programa de Tamizado* depende de la:

Prevalencia de la Patología en la comunidad.

Sensibilidad del test.

Especificidad del test.

Este programa tamiz implica que, al detectar sujetos eventualmente enfermos, se les someta a prueba diagnóstica más adelantada y se les deba ofrecer tratamiento porque no se detecta una enfermedad como tal, sino con fines de tratamiento, o de adecuar los Servicios de Salud para hacer frente a esta Patología.

En general al tratar algunos tipos de test, se encuentra o un test muy sensible o un test muy específico, pero rara vez un test a la vez muy sensible y específico. De allí según si se quiere detectar o descartar una enfermedad, hay que saber escoger el test correspondiente para obtener un mejor resultado y saberlo interpretar según la prevalencia del evento epidemiológico o según el Problema de Salud Pública al cual se está enfrentando.

Sin embargo, el test generalmente no es un diagnóstico. Es una ayuda u orientación para el diagnóstico. Su Sensibilidad y Especificidad nos indica la alta probabilidad de que un sujeto con la enfermedad tenga el test positivo, y que otro sin la enfermedad tenga el test negativo, respectivamente. Fuera del test, se necesitan métodos diagnósticos orientados para asegurar la presencia o ausencia de la enfermedad, según el programa que se establece.

Es un sistema relativamente barato para seleccionar pacientes o sujetos de interés, ya que no se pueden usar procedimientos diagnósticos muy costosos y a veces molestos para todos los sujetos de una área. Es una primera filtración muy importante que se hace según el objetivo deseado, como en el caso de una Prueba Tamiz para la detección del carcinoma de Cérvix.

Teniendo también en cuenta los aspectos de Prevalencia y de Incidencia, un test para la detección de Carcinoma de Cérvix, enfermedad que conduce a la muerte si no está detectada en etapa temprana, debe ser muy sensible. Con esta característica se tendrían pocos falsos negativos.

Lo importante en esta enfermedad es no dejar escapar falsos negativos, es decir, individuos con la enfermedad que tengan el test negativo. Los positivos a este test, tanto los verdaderos como los falsos, serán sometidos a procesos diagnósticos más refinados para confirmar la presencia o no del diagnóstico.

Si además el test es suficientemente específico, reducirá la proporción de falsos positivos.

Se recordará que entre más baja está la prevalencia, mayor el número de falsos positivos.

En un test muy sensible la proporción de falsos positivos, se reducirá cuando la Prevalencia o la Incidencia de la Patología estudiada es suficientemente alta y cuando además el test tiene buena especificidad.

## PROGRAMA DE TAMIZADO ANÁLISIS EVALUACION E INTERPRETACION

La encuesta basada en test de Filtración es de gran importancia en ciertas enfermedades para planeación de los Servicios de Salud y para investigaciones epidemiológicas. Se espera que un programa Tamiz en una comunidad sea seguido de un programa de tratamiento masivo.

Cuando el tratamiento lleva a curación, se espera al cabo de un tiempo, una disminución, no de la Incidencia del evento, sino de su Prevalencia, y también de la mortalidad.

Naturalmente si el tratamiento es paliativo, lo que conduce únicamente al aumento de la expectativa de

vida, inicialmente habrá un descenso en la mortalidad, que posteriormente se equilibrará, ya que la mortalidad solo se desplazará a los grupos de edades más altas.

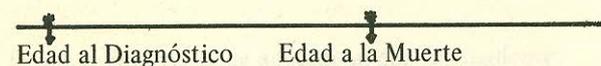
El aumento de la expectativa de vida, por tratamiento paliativo, traerá consigo una disminución de la letalidad, y un aumento de la prevalencia de la misma enfermedad, porque mas pacientes vivirán más tiempo con la enfermedad, y una disminución de la mortalidad en los grupos de edades más jóvenes.

En un programa tamiz, siendo el diagnóstico más precoz, la Incidencia se desplazará a grupos de edad ante-

riores, lo que implica un aumento entre la edad al diagnóstico y la edad al morir. Esta situación debe ser tomada en cuenta para medir el aumento de la expectativa de vida cuando el tratamiento es paliativo. Por lo tanto, el aumento de la expectativa de vida puede ser real o aparente. El punto de reparo para distinguir sería entonces la edad al morir.

El aumento de la expectativa de vida es *real* cuando, por razón del programa y del tratamiento subsiguiente, la mortalidad se desplaza a edades posteriores.

El aumento de la expectativa de vida es *aparente* cuando la mortalidad se sigue presentando en los mismos grupos de edad que en los períodos anteriores al programa.



### EVALUACION DEL PROGRAMA DE TAMIZADO

Se necesita un buen sistema de información para medir la bondad de un programa tamiz, su evaluación traducida en disminución de mortalidad, y de la incapacidad por dicha Patología. Se debe tener en cuenta igualmente la influencia de la disminución de la prevalencia con respecto al resultado del valor de la prueba.

La medición para la evaluación no siempre es fácil y de ahí la dificultad en la interpretación de los resultados de la prueba, sobre todo cuando se hace no a base de mortalidad, sino de morbilidad y de reducción de invalidez.

Lo anterior se ilustra mejor por medio de los siguientes diagramas. El diagrama No.1 indica la edad al diagnóstico y la edad al morir antes de la iniciación del programa.

Al establecer un programa tamiz, el diagrama No.2 indica un aumento aparente de la expectativa de vida debido únicamente al diagnóstico precoz.

El diagrama No.3 muestra un aumento real de la expectativa de vida debido, no solo al diagnóstico precoz, sino al desplazamiento de la mortalidad a edad posterior.

**DIAGRAMA No.1**  
*Procedimiento Común.*

**DIAGRAMA No.2**  
*Aumento aparente de Expectativa de Vida.*

**DIAGRAMA No.3**  
*Aumento real de Expectativa de Vida.*

La finalidad de un programa de tamizado es la detección temprana y el tratamiento oportuno para prevenir la muerte prematura por la enfermedad. Conveniría evaluar el programa.

La evaluación puede hacerse:

- a. Comparando las tasas específicas de mortalidad antes de la iniciación del programa con las mismas tasas específicas después de iniciar el programa.
- b. Comparando la mortalidad observada con la mortalidad esperada en el supuesto de que no había programa de tamización.

- c. Analizando la tendencia de las tasas de prevalencia que debe ir a la baja en casos de que el tratamiento produzca curación.
- d. Analizando el aumento de la expectativa de vida para dichas personas sometidas a tratamiento.
- e. Analizando la proporción de casos reales detectados con respecto a los positivos al test.
- f. Analizando la proporción de falsos positivos tratados innecesariamente.

Eso significa que al establecer un programa de tamización, se debe pensar al mismo tiempo de su planeación en su evaluación y la medición de los resultados.

No es ninguna dificultad medir la mortalidad, porque la delimitación entre muerte y no muerte no deja ninguna duda cuando se esté seguro del diagnóstico, mientras que en el campo de Morbilidad la frontera entre curación y mejoría con respecto a una enfermedad no es muy clara. Depende de criterios establecidos que pueden variar entre un observador y otro, entre un grupo médico y otro, entre una escuela y otra. La medición de la morbilidad siempre trae dificultad en la clasificación, lo que puede repercutir sobre un programa.

Por otra parte, la comparación de una tasa de morbilidad antes y después de empezar un programa supone que los criterios establecidos para la morbilidad han sido estandarizados para tener validez en la comparación, sino se está comparando datos no comparables por tener criterios diferentes. Se necesita tener buenos estudios de seguimiento para medir la expectativa de vida.

Por otro lado si la tasa de la mortalidad o prevalencia venía subiendo no se puede esperar una baja en la tasa. Se puede esperar inicialmente un cambio en la pendiente. Si la curva no baja eso no quiere decir en este caso que el programa no fuera eficaz.

Cuando por el contrario la curva de Prevalencia o de Mortalidad venía bajando, la continuación de la baja no implica efectividad del programa, sino se debe acentuar la tendencia de la curva de prevalencia o de mortalidad según el caso y la comparación de lo esperado con lo observado daría una base más firme para hablar de efectividad.

Se recordará que un programa tamiz de por sí no tiene ninguna influencia directa sobre la Incidencia de una Patología, ya que no es una medida preventiva encaminada a evitar la aparición de una enfermedad como lo haría un programa de vacunación. La enfermedad se detecta en una etapa inicial para facilitar la curación y la disminución de incapacidad y de mortalidad y la prolongación de la expectativa de vida, según la Patología investigada.

Según la naturaleza del programa, para detectar casos por gravedad o sobre todo para descartar sujetos indemnes en programa de masa, se necesitaría un test altamente sensible o un test altamente específico, respectivamente.

En un test altamente sensible, se debe tener en cuenta que la proporción de falsos positivos puede ser alta. Se comprenderá la alta probabilidad de tratar innecesariamente persona sin la enfermedad, y los posibles errores que se pueden cometer; lo que si incidiría sobre el costo en la evaluación de un programa tamiz.

Entonces surge otro problema. A que grupo se debe hacer un programa tamiz?

- a. En primer lugar para una población o un grupo de una población cuya enfermedad que se detecta constituyen un Problema de Salud Pública.
- b. También en grupos con enfermedad muy invalidante o que conduce a la mortalidad sino se detecta y se trata en forma temprana, aún con prevalencia no muy alta. Se necesitaría entonces hacer la prueba tamiz no en la población general, sino en este caso en subgrupos que se conocen de alto riesgo, según el estudio de la historia natural y social de la enfermedad.

Se supone también que se harán esfuerzos para tener las pruebas de alta sensibilidad o de alta especificidad según el caso. A este grupo, se le hará estudio de seguimiento para ver el aumento en la expectativa de vida y el desplazamiento de la mortalidad específica en grupo de edad más avanzada, por medio de las tablas de vida.

*Frecuencia del Tamizado.* Otro problema es saber con que frecuencia se hace la prueba tamiz.

- a. Inicialmente en una comunidad de alta prevalencia, no ofrece problema. Bien hecho, el resultado de esta prueba detectará la prevalencia de

punto de la Patología investigada, y posteriormente, la incidencia en la comunidad de estudio.

- b. Si es una Patología de evolución larga, el período para la repetición de la prueba de tamización puede ser más largo. Si es una enfermedad de progreso rápido la prueba tamiz debe hacerse con más frecuencia. Eso supone que se conoce la historia natural y social de la enfermedad.
- c. El problema reside en enfermedades mal conocidas, de evolución muy variable en donde por un mismo período entre prueba y prueba se detecta la enfermedad sorpresivamente en varias etapas de su evolución. Plantea así una situación muy difícil de resolver.

Se debe recordar que el test de tamizado seguido de tratamiento con mira a curación puede rebajar la prevalencia de una enfermedad, pero en ningún momento la incidencia; porque no es una prueba para prevención primaria de una enfermedad en forma general.

**Costo.** Analizando varios aspectos, como la población a riesgo, la prevalencia de la enfermedad, la sensibilidad y especificidad del test, la frecuencia del tamizado, la naturaleza de las pruebas, se plantea un problema de costo.

La prueba tamiz debe ser barata, fácil de llevar, de ejecución rápida, con un equipo sencillo. El descubrir o descartar casos de enfermedad implica un costo alto. Posteriormente habrá que tratar pacientes y el costo se eleva si se tratan falsos positivos, que son innecesariamente tratados.

La vida humana no tiene precio, pero el presupuesto de salud es limitado. Habrá un problema de decisión que pertenecerá a la política de Salud. Resulta más barato esperar que venga a consulta y tratar un caso que viene esporádicamente (atención pasiva) o la búsqueda activa de los casos por medio de programa de tamizado? Habrá muchas consideraciones humanas, económicas, administrativas y de logística que son del resorte de las autoridades de Salud Pública, porque hay decisiones muy obvias, y habrá otras no tan obvias.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ARMITAGE, P. Statistical methods in medical research. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1971. 504p.
2. COLIMON S., Kahl-Martín y REVEREND P., Héctor. Importancia del enfoque epidemiológico en el ejercicio de la medicina clínica. Salud Pública de Colombia (Bogotá) 1(002):30-32, dic.1973.
3. ECHEVERRI, C.O. Salud y servicios de salud: conceptos y problemas de evaluación. Acta Médica del Valle (Cali) 4(4):86-93, 1973.
4. HUTCHISON, G.B. and SHAPIRO, Sam. Lead time gained by diagnostic screening for breast cancer, Journal of the National Cancer Institute (Washington) 41:665-681, 1968.
5. MAC MAHON, Brian and PUGB, Thomas F. Epidemiology: principles and methods. Boston, Little, Brown, 1970.
6. REMINGTON, Richard D. and SCHORK, M. Anthony. Englewood Cliffs, N.J. Prentice Hall, 1970. 418p.
7. SEXTON, Daniel J. et al. Amebiasis in a mental institution: serologic and epidemiologic studies. American Journal of Epidemiology (Baltimore, Md.) 100(5): 414-423, Nov. 1974.
8. SHAPIRO, Sam. Lead time in breast cancer detection and implications for periodicity of screening. American Journal of Epidemiology (Baltimore, Md.) 100(5): 357-366, Nov.1974.
9. VECCHIO, Thomas J. Predictive value of a single diagnostic test in unselected populations. New England Journal of Medicine (Boston) 274:1171-1173, 26.May.1966.
10. ZELEN, M. and FEINLEIB, M. On the theory of screening for chronic diseases. Biometrika (London) 56:601-614, 1969.