



ISSN: 1697-090X

Inicio Home

Indice del
volumen Volume
index

Comité Editorial
Editorial Board

Comité Científico
Scientific
Committee

Normas para los
autores
Instruction to
Authors

Derechos de autor
Copyright

Contacto/Contact:



PRUEBAS DIAGNÓSTICAS: CURVAS ROC

Diana Armesto.

Fundación Burgos por la Investigación de la Salud.

Unidad de Investigación. Complejo Asistencial Universitario de Burgos.

Burgos. España

[diana @ hgy.es](mailto:diana@hgy.es)

Rev Electron Biomed / Electron J Biomed 2011;1:77-82.

Comentario del revisor Prof. Francisco Abad Santos PhD. Profesor Titular de Farmacología Clínica y Terapéutica. Universidad Autónoma de Madrid. España.

Comentario del revisor Prof. Jose María Eirós Bouza, PhD. Departamento de Microbiología. Facultad de Medicina. Universidad de Valladolid. Valladolid. España.

RESUMEN:

Las curvas ROC proporcionan un buen índice de discriminación de la prueba diagnóstica entre los estados alternativos de salud siempre que los resultados estén medidos en escala continua, ordinal o por intervalo. En caso que éstos estén medidos dicotómicamente, debemos representar los resultados en tablas 2x2 y calcular la sensibilidad y especificidad asociadas.

Además, el análisis estadístico de las curvas ROC proporciona resultados cuantitativos muy útiles en la evaluación y comparación de pruebas diagnósticas.

PALABRAS CLAVE: Curvas ROC. Sensibilidad. Especificidad

SUMMARY: DIAGNOSTIC TEST: ROC CURVES

ROC curves provide a good index of discrimination of the diagnostic test between alternative health states when the results are measured in continuous scale, ordinal or interval. If they are measured dichotomously, we represent the results in 2x2 tables and calculate sensitivity and specificity associated.

In addition, statistical analysis of ROC curves provides quantitative results useful in the evaluation and comparison of diagnostic tests.

KEYWORDS: ROC curves. Sensibility. Specificity.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día sabemos que cuanto más temprano se trate una enfermedad mayor probabilidad de éxito tendrá su tratamiento. Por ello, muchas de las investigaciones biomédicas están enfocadas en lograr mejores pruebas o biomarcadores¹ capaces de diagnosticar enfermedades en sus fases tempranas de un modo altamente fiable para ayudar al facultativo a la hora de tomar una decisión clínica relevante.

Para poder evaluar las diferentes pruebas diagnósticas existen varios métodos estadísticos tales como regresión logística, razón de verosimilitud o curvas ROC (Receiver Operating Characteristic), pero en este artículo nos vamos a centrar en las curvas ROC que nos proporcionan, de un modo sencillo, un buen indicador de la precisión de clasificación entre los diferentes estados alternativos de salud que evalúa la prueba diagnóstica.

EVALUACIÓN DE PRUEBAS DIAGNÓSTICAS

Por norma general, la exactitud diagnóstica se expresa como sensibilidad y especificidad. Cuando los datos de la prueba son dicotómicos (sí/no, sano/enfermo,...) se pueden expresar los resultados mediante tablas de contingencia y a partir de ellas obtener los valores de sensibilidad y especificidad de la prueba²:

		Diagnóstico Real	
		Enfermo	Sano
Prueba Diagnóstica	Positiva	Verdadero Positivo	Falso Positivo
	Negativa	Falso Negativo	Verdadero Negativo

Sensibilidad = $\frac{VP}{VP+FN}$ probabilidad de clasificar correctamente a un sujeto enfermo.

Especificidad = $\frac{VN}{VN+FP}$ probabilidad de clasificar correctamente a un sujeto sano.

VPP = $\frac{VP}{VP+FP}$ probabilidad de que un sujeto enfermo de positivo en la prueba (valores predictivos positivos).

VPN = $\frac{VN}{VN+FN}$ probabilidad de que un sujeto sano de negativo en la prueba (valores predictivos negativos).

Exactitud = $\frac{VP+VN}{VP+FN+VN+FP}$ probabilidad de resultados correctos de la prueba.

Veamos un ejemplo con datos ficticios en cual se evalúa la ecografía abdominal como diagnóstico del cáncer de colon:

Tabla 1. Tabla de contingencia.

		Diagnóstico Real	
		Enfermo	Sano
Ecografía abdominal	Positiva	34	8
	Negativa	9	94

En la tabla 1, se observan los valores de la ecografía abdominal frente al verdadero diagnóstico de los pacientes y se calculan los valores de la sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivos y valores predictivos negativos. Con estos datos se ve, claramente, que la ecografía abdominal es una prueba diagnóstica fiable para diagnosticar el cáncer de colon dado que tiene una sensibilidad del 79%, una especificidad del 92% y una exactitud del 88%.

CURVAS ROC

El análisis de las curvas ROC surgió a principios de los años cincuenta para el análisis de la detección de las señales de radar. En medicina el análisis ROC se ha utilizado de forma muy extensa en epidemiología e investigación médica, de tal modo que se encuentra muy relacionado con la Medicina basada en la evidencia. En Radiología, el análisis ROC es la técnica de preferencia para evaluar nuevas técnicas de diagnóstico por imagen³.

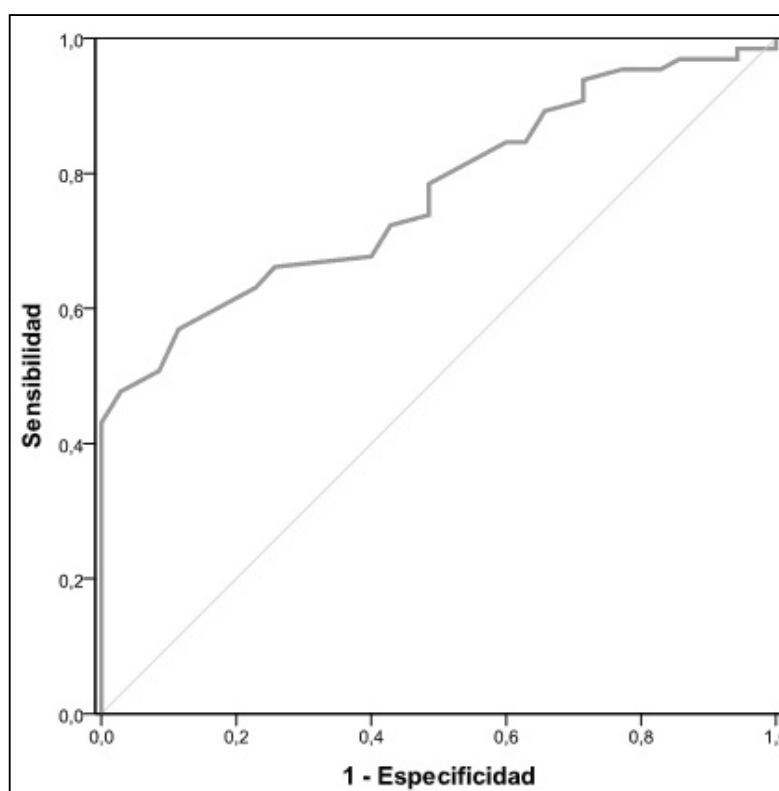
Siempre que las pruebas de diagnóstico nos aporten resultados medidos en escala continua, por intervalos u ordinal, podremos usar este tipo de análisis estadístico, que nos permite evaluar la capacidad de discriminación de una prueba diagnóstica entre estados alternativos de salud mutuamente excluyentes (sano/enfermo, positivo/negativo, etc.)⁴.

Las curvas ROC son gráficos en los cuales se representa la sensibilidad en función de los falsos positivos (1-especificidad) de la prueba diagnóstica, donde cada punto de la curva representa un par Sensibilidad/(1-especificidad) correspondiente a un nivel de decisión determinado.

El gráfico que se va generando es una curva escalonada, de modo que cuando se obtiene un verdadero positivo la curva se desplazará verticalmente y en caso que se obtengan falsos positivos la curva se desplazará horizontalmente.

Una prueba diagnóstica con gran capacidad de discriminación debería tener una sensibilidad y especificidad lo más próximas al 100%, esto se puede apreciar en la gráfica de modo que cuanto más próxima esté la curva al borde superior izquierdo mayor precisión discriminatoria tendrá la prueba y en caso que la curva esté más próxima a la diagonal de 45° la capacidad de discriminación de la prueba será baja o prácticamente nula.

Figura 1. Curva ROC.



Ventajas y Desventajas de la curva ROC

Ventajas:

- Es una representación fácilmente comprensible de su capacidad de discriminación en todo el rango de valores.
- No requieren un nivel de decisión particular porque comprende todo el rango posible de valores.
- Es independiente de la prevalencia.

Desventajas:

- No se muestran los puntos de corte, sólo se muestran su sensibilidad y especificidad asociadas.
- Tampoco se muestra el número de sujetos.
- El disminuir el tamaño de la muestra la curva tiende a hacerse más escalonada y desigual.
- Si no se poseen programas informáticos, el cálculo de los parámetros y la generación de la curva son difíciles.

ÁREA BAJO LA CURVA

El índice de precisión global de la prueba de diagnóstico viene dado por el valor del área bajo la curva, este valor está comprendido entre 0,5 (azar) y 1 (perfecta discriminación).

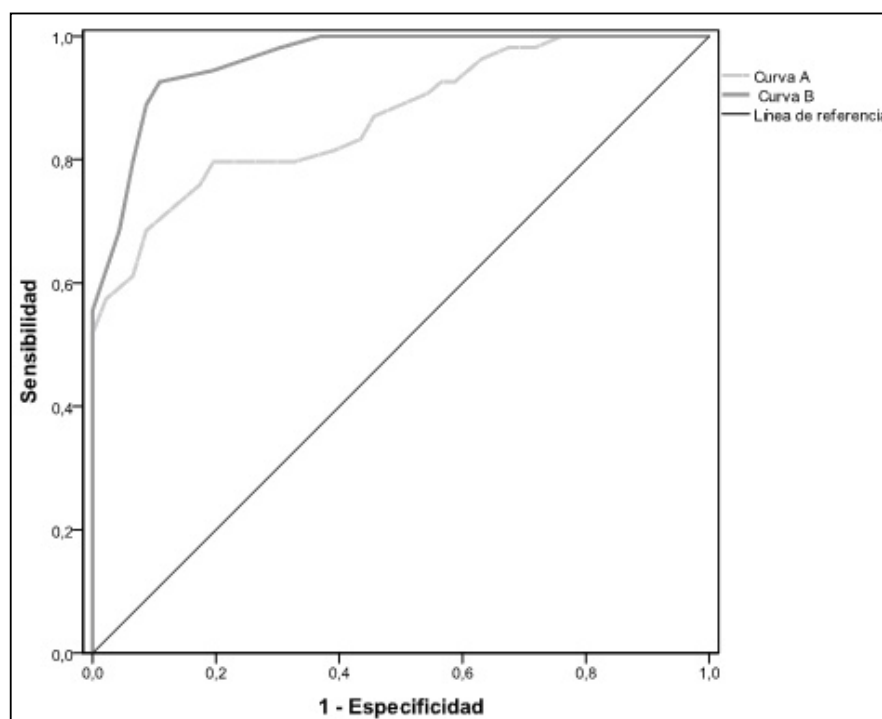
Swets⁵, clasifica la exactitud de la prueba del siguiente modo: si el valor del área está comprendido entre 0.5 y 0.7 entonces la exactitud es baja, si está comprendido entre 0.7 y 0.9 la exactitud es regular-alta (dependiendo de lo que estemos estudiando) y si es superior a 0.9 la exactitud de la prueba es alta.

Por lo tanto, el valor del área bajo la curva resume la curva ROC en su conjunto que la utilización de este valor nos permite hacer comparaciones de puntos de dos curvas que tengan igual sensibilidad o especificidad y un enfoque global de comparación de la exactitud de las pruebas comparando sus respectivas áreas bajo la curva. Gráficamente tendrá mayor precisión aquella curva que esté situada más arriba y a la izquierda.

Tabla 2. Comparación de dos curvas ROC

	Área Bajo la Curva
Curva A	0.868
Curva B	0.962

Figura 2. Gráfica de dos curvas ROC



Observando la figura 2, vemos que la curva con mayor capacidad discriminatoria es la curva B puesto que es la que está más próxima al borde superior izquierdo y también es la que mayor área tiene bajo ella.

PUNTO DE CORTE ÓPTIMO

Siempre que la exactitud de la prueba sea alta, se puede establecer un punto óptimo de discriminación a partir del cual se podrán dicotomizar los resultados de la prueba diagnóstica para poder establecer dicho valor como marcador discriminatorio de los estados alternativos de salud que estamos estudiando. El poder establecer un punto óptimo de corte es de gran ayuda en el caso en el que se estudie la influencia de un biomarcador a la hora de detectar una determinada enfermedad.

Cuantitativamente, podemos estudiar este valor a partir del índice de Youden el cual maximiza las diferencias entre las fracciones de los verdaderos positivos y los falsos positivos⁶.

Gráficamente podemos seleccionar este punto de dos modos análogos:

- Aquel cuya coordenada esté más próxima a la esquina superior izquierda (coordenada (0,1))⁷
- Aquel cuya distancia en vertical a la diagonal sea mayor.

Tabla 3. Puntos de corte óptimo de los marcadores (datos ficticios)

Punto Óptimo	Sensibilidad	Especificidad	Área bajo la curva
A	70%	85%	0.85
B	72%	83%	0.89
C	75%	78%	0.80

La tabla 3 nos aporta los datos asociados a los tres posibles puntos óptimos de un biomarcador, a la hora de elegir entre estos el punto óptimo tenemos que valorar la sensibilidad, especificidad y la exactitud de la prueba (área bajo la curva) en este caso, el mejor punto sería el B puesto que tiene una sensibilidad del 72%, especificidad del 83% y una exactitud del 89%.

Existen diferentes artículos en los que se evalúan los puntos de corte obtenidos para poder establecer un punto de corte óptimo⁸

REFERENCIAS

- 1.- Søreide K. [Receiver-operating characteristic curve analysis in diagnostic, prognostic and predictive biomarker research](#). J Clin Pathol 2009; 62: 1-5.
- 2.- Greiner M, Gardner IA. [Epidemiologic issues in the validation of veterinary diagnostic tests](#). Prev Vet Med 2000; 45: 3-22.
- 3.- Zweig MH, Campbell G. [Receiver-operating characteristic \(ROC\) plots: a fundamental evaluation tool in clinical medicine](#). Clin Chem 1993; 39: 561-577.
- 4.- Greiner M, Pfeiffer D, Smith RD. [Principles and practical application of the receiver-operating characteristic analysis for diagnostic test](#). Preventive Veterinary Medicine 2000; 45: 23-41.
- 5.- Swets JA. [Measuring the accuracy of diagnostic systems](#). Science 1988; 240: 1285-1293.
- 6.- Schisterman EF, Perkins NJ, Liu A, Bondell H. [Optimal Cut-point and Its Corresponding Youden Index to Discriminate Individuals Using Pooled Blood Samples](#). Epidemiology 2005; 16(1): 73-81.
- 7.- Hilden J. [The area under the ROC curve and its competitors](#). Med. Decis. Mak. 1991; 11: 95-101.
- 8.- Fernández Portales J, García Robles JA, Jiménez Candil J, Pérez David E, Rey Blas JR, Pérez De Isla L, Díaz Castro O, Almendral J. [Utility of the serum biochemical markers CPK, CPK MB mass, myoglobin, and cardiac troponin T in a chest pain unit. Which marker determinations should be requested and when?](#). Rev Esp Cardiol 2002; 55: 913-920.

CORRESPONDENCIA:

D^a Diana Armesto Formoso
Fundación "Burgos por la Investigación de la Salud"
Unidad de Investigación.
Complejo Asistencial Universitario de Burgos
Avda. del Cid 96.
09005 Burgos.
España
Email: [diana @ hgy.es](mailto:diana@hgy.es)

Comentario del revisor Prof. Francisco Abad Santos PhD. Profesor Titular de Farmacología Clínica y Terapéutica. Universidad Autónoma de Madrid. España.

En este artículo se explica como interpretar las pruebas diagnósticas, haciendo especial énfasis en las curvas ROC.

Cada vez es más frecuente que se identifiquen nuevos biomarcadores que nos pueden ayudar en el diagnóstico de múltiples

enfermedades. Las curvas ROC nos pueden indicar cual de los biomarcadores es el más adecuado y que punto de corte debemos elegir.

Comentario del revisor Prof. Jose María Eirós Bouza, PhD. Departamento de Microbiología. Facultad de Medicina. Universidad de Valladolid. Valladolid. España.

La presente contribución se plantea como una revisión conceptual de diferentes aspectos relativos a la evaluación de pruebas diagnósticas en el ámbito de las curvas ROC. Entre las ventajas que señalan las autoras cabe destacar que en su implementación no requieren un nivel de decisión particular porque comprende todo el rango posible de valores y es un parámetro que se comportan como independiente de la prevalencia.

Las aportaciones como la presente son bienvenidas en nuestro criterio por su triple oportunidad: refrescan aspectos básicos, obligan a estudiar y permiten definir aplicaciones concretas a los diferentes ámbitos del ejercicio clínico"

Recibido, 26 de abril de 2011.

Publicado, 30 de abril de 2011