

LA IMPORTANCIA DE LA PROBABILIDAD PRE-TEST PARA EL CÁLCULO DEL VALOR PREDICTIVO EN ESTUDIOS DIAGNÓSTICOS

GABRIELA V. CARRO¹, ALBERTO VELAZQUEZ^{2,3}

¹Unidad de Pie Diabético, Hospital Nacional Prof. Alejandro Posadas, ²Maestría en Efectividad Clínica, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, ³Servicio de Medicina Familiar, Hospital Italiano de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

Dirección postal: Gabriela Carro, Hospital Nacional Prof. A. Posadas, Av. Presidente Arturo U. Illia s/n y Marconi, 1684 El Palomar, Provincia de Buenos Aires, Argentina

E-mail: gabivcarro@yahoo.com.ar

Recibido: 26-XII-2024

Aceptado: 7-I-2025

Resumen

El proceso de razonamiento clínico para tomar decisiones en medicina es complejo e involucra múltiples factores, como probabilidades diagnósticas, características de los estudios, costos y preferencias del paciente. Este artículo resalta la importancia de la probabilidad pre-test para calcular el valor predictivo positivo (VPP) y negativo (VPN) de estudios diagnósticos, así como las razones de verosimilitud. Además, aborda conceptos como sensibilidad, especificidad y valores predictivos, y cómo estos se relacionan con la probabilidad pre-test y pos-test en contextos clínicos diversos. Se introduce la noción de umbrales de tratamiento y de solicitud de estudios diagnósticos, destacando su importancia en la toma de decisiones médicas. Finalmente, se enfatiza que los estudios diagnósticos deben ser solicitados únicamente si su resultado puede modificar la conducta clínica, promoviendo un enfoque racional y costo-efectivo en la práctica médica.

Palabras clave: sensibilidad, especificidad, valores predictivos, estudios diagnósticos

Abstract

The role of pre-test probability in calculating predictive values in diagnostic studies

The clinical reasoning process for decision-making in medicine is complex and involves multiple factors, including diagnostic probabilities, study characteristics, costs, and patient preferences. This article highlights the role of pre-test probability in calculating the positive predictive value (PPV) and negative predictive value (NPV) of diagnostic tests and also likelihood ratios. It also discusses concepts such as sensitivity, specificity, and predictive values, and their relationship with pre-test and post-test probabilities in various clinical contexts. The notion of treatment and diagnostic thresholds is introduced, emphasizing their impact on medical decision-making. Finally, it underscores that diagnostic tests should only be requested if their results can change clinical management, promoting a rational and cost-effective approach to medical practice.

Key words: sensitivity, specificity, predictive values, diagnostic studies

PUNTOS CLAVE

Conocimiento actual

- La probabilidad pre-test, junto con la sensibilidad y especificidad de un test diagnóstico, influye en la interpretación de los resultados y en la probabilidad pos-test de una enfermedad. Estos conceptos guían la decisión clínica y la relación riesgo-beneficio en el uso de estudios diagnósticos en la práctica médica.

Contribución del artículo al conocimiento actual

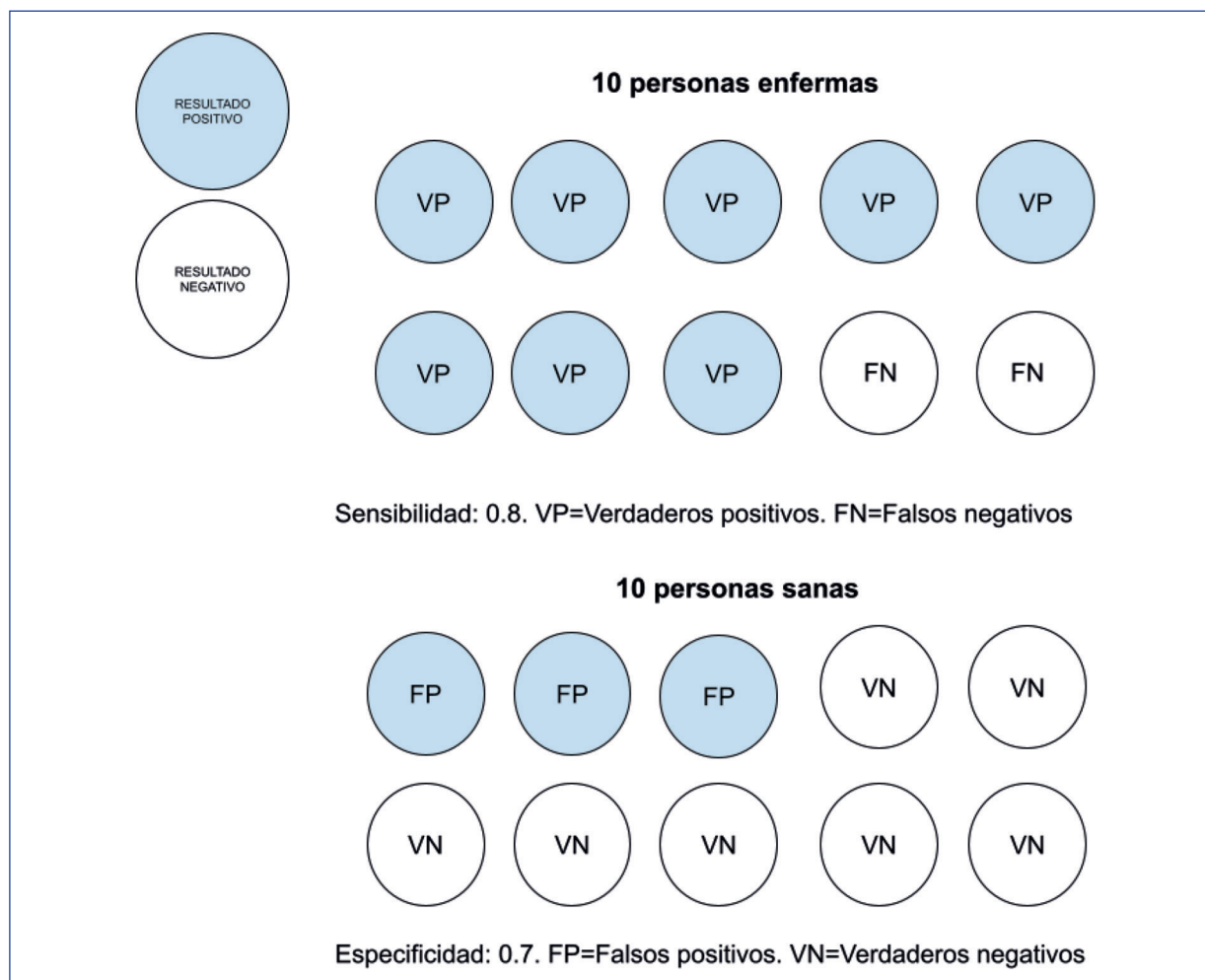
- La probabilidad pre-test afecta el cálculo del valor predictivo positivo y negativo. La noción de umbrales de diagnóstico y tratamiento permite el uso racional de estudios diagnósticos para maximizar su impacto clínico y minimizar los riesgos y costos asociados.

El proceso de razonamiento que lleva a cabo un médico al tomar una decisión clínica es notablemente complejo. Implica evaluar una amplia cantidad de información, que abarca desde las probabilidades de que una enfermedad esté presente hasta las preferencias del paciente. También se consideran las características de los estudios, su disponibilidad, los costos asociados, la relación riesgo-beneficio y otros factores relevantes. Este análisis detallado y multifacético es crucial al decidir si solicitar un estudio u omitirlo en base a la sospecha de determinada enfermedad. La información que proporciona un estudio diagnóstico acerca de la presencia o ausencia de una enfermedad en una persona no es perfecta y se encuentra sujeta a error. El presente artículo intenta expresar en números y fórmulas un proceso de razonamiento que aún no ha sido del todo dilucidado¹. Se aborda la importancia de la probabilidad pre-test (probabilidad de padecer la enfermedad antes de realizar el estudio diagnóstico) para el cálculo del VPP (valor predictivo positivo) y el VPN (valor predictivo negativo) y su aplicación, así como las razones de verosimilitud.

Sensibilidad, especificidad y valores predictivos

Para tomar una decisión, el médico debe conocer cuáles son las características del estudio que solicita con el fin de interpretar dicha información y tomar las mejores decisiones para el bienestar de los pacientes². La sensibilidad de un estudio (S) indica qué proporción de pacientes enfermos será detectada por un resultado positivo (verdaderos positivos). La especificidad (E) representa qué proporción de pacientes sin la enfermedad será detectada mediante un resultado negativo (verdaderos negativos)³. Pese a esta definición, estos conceptos se utilizan en forma contraria. Cuanto más sensible es un estudio, al tener pocos falsos negativos sirve cuando el resultado es negativo (es difícil pensar que un paciente con la enfermedad no haya sido detectado por esta prueba). También si un estudio es muy específico tendrá muy pocos falsos positivos por lo que podremos acercarnos al diagnóstico de la enfermedad del paciente más fácilmente cuando es positivo (es poco probable que un paciente sano tenga una prueba positiva) (Fig. 1) Sin embargo, lo que el médico habitualmente quiere saber cuándo pide un estudio diagnóstico es qué probabilidad tiene un paciente de padecer una enfermedad dado un resultado positivo (VPP) o negativo (1-VPN). A esta se la denomina probabilidad pos-test. Esta información es importante no solo para la toma de decisiones con respecto al paciente sino también porque los estudios diagnósticos pueden implicar riesgos y, por supuesto, un costo. Tanto el VPP como el VPN dependen no solo de la S y E del test diagnóstico, sino también de la probabilidad pre-test de la enfermedad. Si el paciente fuera seleccionado al azar de una población, la probabilidad pre-test dependería solamente de la prevalencia de la enfermedad en la población estudiada². Sin embargo, en la práctica clínica, los estudios diagnósticos se realizan habitualmente en personas seleccionadas en base a la sospecha de dicha enfermedad, la cual depende también de la edad, sexo, anamnesis, examen físico y otros estudios previos¹. En estos casos, la probabilidad pre-test de la enfermedad es mayor que la prevalencia de la población general. La probabilidad pos-test es la probabilidad

Figura 1 | Las pruebas de alta sensibilidad presentan una baja tasa de falsos negativos y los de alta especificidad, una baja tasa de falsos positivos



de padecer una enfermedad dado un resultado positivo de la prueba (VPP) o dado un resultado negativo de la misma (1-VPN). A mayor probabilidad pre-test, mayor será la probabilidad pos-test de la enfermedad dado un resultado positivo (VPP) o negativo (1-VPN). Es decir, que, si se quiere calcular el VPP en un paciente con pie diabético mediante una radiografía simple para el diagnóstico de osteomielitis, el valor pre-test no depende de la prevalencia de osteomielitis en la población general, sino de aquella en los pacientes con úlceras de pie diabético del hospital a quienes se les pide el estudio. El mismo aumentará si el paciente, por ejemplo, tiene signo de sonda positiva y la úlcera tiene más de 6 semanas. En un paciente con baja probabili-

dad pre-test de enfermedad coronaria (joven, no fumador, atleta), la probabilidad pos-test de dicha enfermedad, si se realiza una ergometría con resultado positivo (VPP) o negativo (1-VPN), será menor que si se realiza en un paciente de mediana edad, obeso, hipertenso y fumador. Conociendo la S y E del test diagnóstico, hay varias formas de calcular el VPP y VPN. Una de las más simples es a través de una tabla hipotética de 2x2 donde los pacientes con la enfermedad representados en la columna 1 constituyen un porcentaje del total igual a la probabilidad pre-test. Por ejemplo, para una probabilidad pre-test de 0.7 (70%) y un estudio con una S de 0.9 y una E de 0.7, la Tabla 1 muestra cómo se calcula el VPP y el VPN. En este ejemplo, la probabilidad de que

Tabla 1 | Cálculo de valor predictivo positivo para una probabilidad pre-test de 0.7

	Pacientes con la enfermedad N=70	Pacientes sin la enfermedad N=30	Total	
Test positivo	63 (VP)	9 (FP)	72	VPP: VP/(VP+FP)=0.88
Test negativo	7 (FN)	21 (VN)	28	VPN: VN/(FN+VN)=0.75
Total	70	30	100	

VP: verdaderos positivos; FP: falsos positivos; FN: falsos negativos; VN: verdaderos negativos; VPP: valor predictivo positivo; VPN: valor predictivo negativo

Para un test con una sensibilidad de 0.9 y especificidad de 0.7

el paciente tenga la enfermedad en presencia de un resultado positivo es del 88% (VPP) y del 25% si el resultado es negativo (1-VPN), mientras que la probabilidad de no tenerla es del 75% cuando el test es negativo (VPN). En este caso, un resultado positivo indica que es altamente probable (88% de probabilidades) que el paciente tenga la enfermedad^{4,5}.

Razones de verosimilitud (*Likelihood ratios*)

La *razón de verosimilitud positiva* indica cuántas veces más probable es encontrar un test positivo en un paciente que tiene la enfermedad que en uno que no la tiene³. La razón de verosimilitud positiva se calcula dividiendo la probabilidad de un resultado positivo en los pacientes enfermos sobre la probabilidad de un resultado positivo entre los sanos. Es el cociente entre el porcentaje de verdaderos positivos (sensibilidad) y el de falsos positivos (1-especificidad):

$$RV+ = S / (1-E)$$

La RV+ toma valores entre 1 e infinito. Un valor mayor de 10 indica una RV+ indica que el test diagnóstico es útil para sacarnos de la zona de incertidumbre.

La *razón de verosimilitud negativa* indica cuántas veces más probable es encontrar un test negativo en un paciente que tiene la enfermedad que en uno que no la tiene³. La razón de verosimilitud negativa se calcula dividiendo la probabilidad de un resultado negativo en presencia de enfermedad sobre la probabilidad de un resultado negativo en ausencia de la misma. Es el cociente entre el porcentaje de falsos negativos

(1-sensibilidad) y el de verdaderos negativos (especificidad):

$$RV- = (1-S) / E$$

La RV- toma valores entre 0 y 1. Un valor menor de 0.1 indica que el estudio es útil para sacarnos de la zona de incertidumbre.

Si el resultado de las RV fuera de 1, daría lo mismo hacer o no el test (sería positivo por igual en pacientes con y sin la enfermedad). Una RV de 2, 5 y 10 aumenta la probabilidad de padecer la enfermedad en un 15, 30 y un 45%. Cuando el valor es de 0.5, 0.2 y 0.1, disminuye la probabilidad en un 15, 30 y 45% respectivamente⁶.

Como ejemplo, un estudio⁷ encontró que la prueba de sonda ósea, que consiste en tocar el hueso con un elemento romo metálico a través de una úlcera, tiene S 0.95 y E 0.93 para el diagnóstico de osteomielitis. En este caso, la RV+ es 0.95/(1-0.93), lo que da un valor de 13.6, es decir, es 13.6 veces más probable que el estudio de positivo en un paciente que tiene osteomielitis que en uno que no la tiene. La RV- es (1-0.95)/0.93, que da un resultado de 0.05. Este resultado es más difícil de interpretar, pero podría resumirse en que por cada paciente sin la enfermedad con resultado negativo, la prueba dará negativa en 0.05 pacientes con la enfermedad. De una manera más intuitiva, por cada 20 resultados negativos en pacientes sin la enfermedad, uno dará negativo en quien tenga la enfermedad o los pacientes sin osteomielitis tienen 20 veces más probabilidades de tener signo de sonda negativa.

Las RV relacionan S y E en un solo valor y son independientes de la probabilidad pre-test.

¿Nos cambia la conducta pedir un estudio? Incertidumbre y umbrales de tratamiento

La anamnesis, edad, sexo, examen físico son elementos que acercan o alejan la probabilidad de que un paciente padezca una afección (modifican la probabilidad pre-test). En la práctica clínica, cuando se solicita un estudio diagnóstico es porque existe alguna sospecha de la enfermedad con cierta probabilidad pre-test. Dicho estudio diagnóstico agrega información, aumentando o disminuyendo dicha probabilidad según sea su VPP o VPN respectivamente. De la misma forma, cuando un médico decide tratar a un paciente, siempre lo hace con algún grado de incertidumbre⁴, dado que no existe ningún test diagnóstico con 100% de S y E (que sea siempre positivo en personas con la enfermedad y siempre negativo en personas sin la misma). Cuando decide no tratarlo, la probabilidad de que el paciente no tenga la afección tampoco es del 0%. La decisión de tratar se toma sobre un conjunto de pruebas que indican que el paciente tiene una elevada probabilidad de estar cursando dicha enfermedad, aunque nunca se estará completamente seguro de la condición real del mismo.

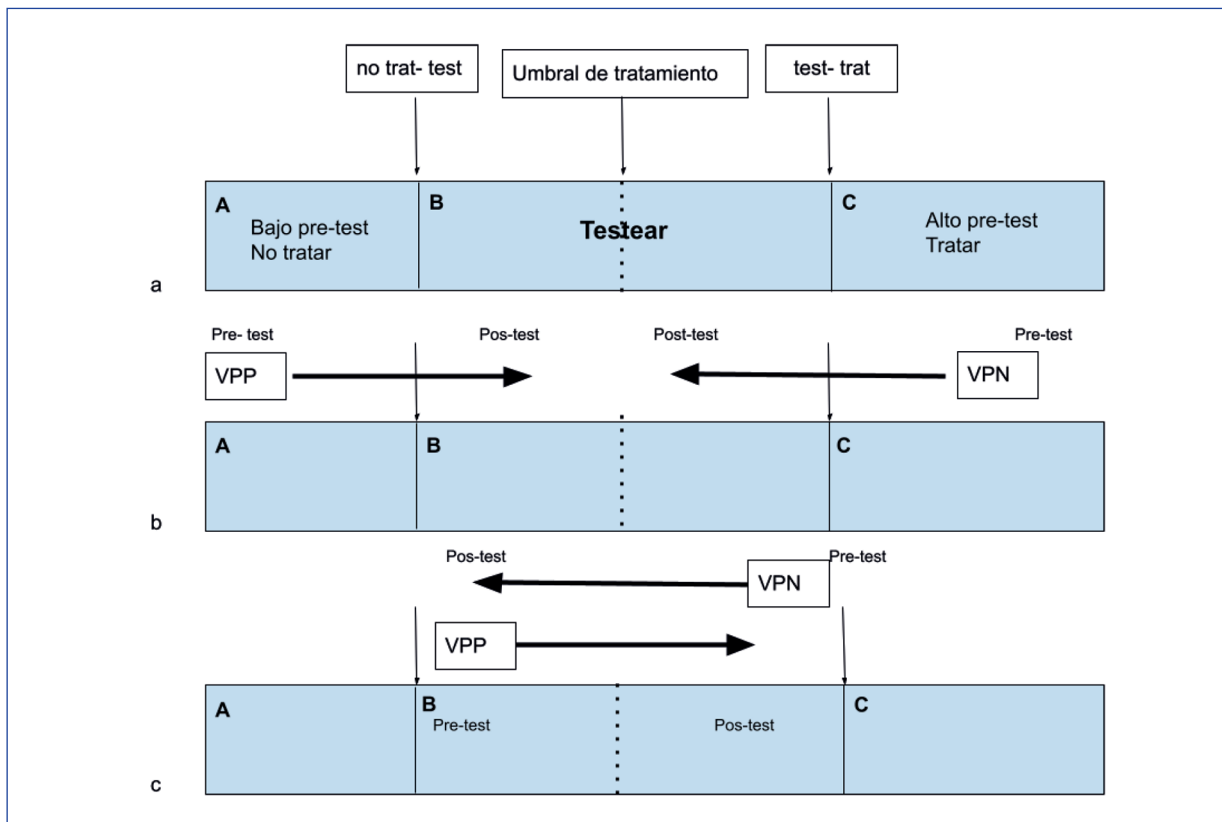
The true state of the patient lies locked within the body, inaccessible to direct observation. The clinician must use external, imperfect cues to infer the patient's true state^{5,8}.

El verdadero estado del paciente permanece encerrado dentro del cuerpo, inaccesible a la observación directa. El médico debe utilizar pistas externas e imperfectas para inferir el estado real del paciente.

Para cualquier enfermedad, es importante estimar la *probabilidad umbral*. La probabilidad umbral es aquella por encima de la cual se justifica iniciar el tratamiento sin realizar pruebas adicionales. Dicha probabilidad depende de la relación entre el costo de equivocarse y dar tratamiento cuando el paciente no tiene la enfermedad (efectos adversos, invasividad, costo monetario), del beneficio de estar en lo cierto (dar un tratamiento adecuado) cuando el paciente tiene la enfermedad (Fig. 2a) y también de la preferencia de los pacientes. La *probabilidad umbral* es más baja cuanto más beneficioso y menos costoso y perjudicial sea el tratamiento y viceversa. Puedo dar un antibiótico para una neumonía prescin-

diendo de una radiografía y un cultivo de esputo, pero no puedo dar antirretrovirales a un paciente sin tener el resultado positivo de la prueba de ELISA y *Western blot* para HIV. En estos casos, la probabilidad umbral de tratamiento para la neumonía es menor que para el HIV. La misma se puede calcular utilizando la expectativa de vida y una fórmula de costo beneficio que excede al presente artículo^{8, 9}. Cuando existe un estudio diagnóstico disponible para la enfermedad que estamos intentando diagnosticar, existen otros dos umbrales: el umbral del test (notrat-test) y el umbral del tratamiento (test-trat) (Fig. 2). Estos umbrales (cuyo cálculo tampoco será tratado en este artículo) permiten reconocer tres sectores bien definidos: el paciente no debe ser tratado ni estudiado (A), debe ser estudiado (B), debe realizarse un tratamiento sin más (C). El primer umbral (notrat-test) está representado por la probabilidad por debajo de la cual no se trata al paciente ni se solicita ningún estudio (se da por hecho que el paciente no tiene la enfermedad) y por sobre la cual se solicita un test diagnóstico para evaluar si el resultado del mismo (probabilidad pos-test) supera el umbral de tratamiento (Fig. 2a, b y c). Es decir, que cuando la probabilidad pre-test es muy baja, pedir un estudio no aumentaría lo suficiente la probabilidad pos-test de la enfermedad para llegar al umbral de tratamiento y no cambiaría la conducta de no tratar (Fig. 2b, Fig. 3). Por ejemplo, en un paciente con una úlcera de pie superficial de 2 días de evolución, la probabilidad de tener osteomielitis es muy baja. Si el resultado de una radiografía en este contexto es positivo probablemente sea un falso positivo. El VPP de la radiografía para la osteomielitis con una probabilidad pre-test tan baja no superará la probabilidad de alcanzar el umbral de tratamiento. Si la radiografía es negativa, tampoco cambiaría la conducta dado que de todas maneras no se hubiese tratado (notrat-test). El segundo, se refiere al umbral por debajo del cual se solicita un estudio y por sobre el cual se trata directamente dado que la probabilidad pre-test de la enfermedad es más elevada que en el ejemplo anterior (Fig. 2a). En este último caso, ante un resultado negativo el VPN (probabilidad de que el paciente esté sano con resultado negativo) de la prueba no alcanzaría la probabilidad por debajo del umbral de tratamiento.

Figura 2 | Umbral de tratamiento: Por sobre el cual se justifica realizar un tratamiento en base al costo de tratar un sano y al beneficio de tratar un enfermo. Umbrales de test. a: A=Cuando la probabilidad es baja, la enfermedad no se testea ni se trata. B=Cuando es intermedia se testea y C=cuando es alta se trata directamente. b: Cuando la probabilidad es muy baja (A), realizar un test con alta especificidad y baja tasa de falsos positivos puede no llegar a cruzar el umbral de tratamiento y no cambiar la conducta de no tratar (al no aumentar lo suficiente la probabilidad pos-test cuando el resultado sea positivo) a menos de que su Especificidad sea de 1. Cuando la probabilidad pre-test es muy elevada (C), un estudio con alta sensibilidad y baja tasa de falsos negativos puede no cruzar el umbral de tratamiento y no cambiar la conducta de tratar (al no disminuir lo suficiente la probabilidad pos-test cuando el resultado sea negativo) a menos que su Sensibilidad sea de 1. c: Cuando las probabilidades son intermedias (B), se debe elegir un estudio con alta sensibilidad si la probabilidad pre-test es mayor al umbral de tratamiento o con alta especificidad si la probabilidad pre-test es menor al umbral de tratamiento



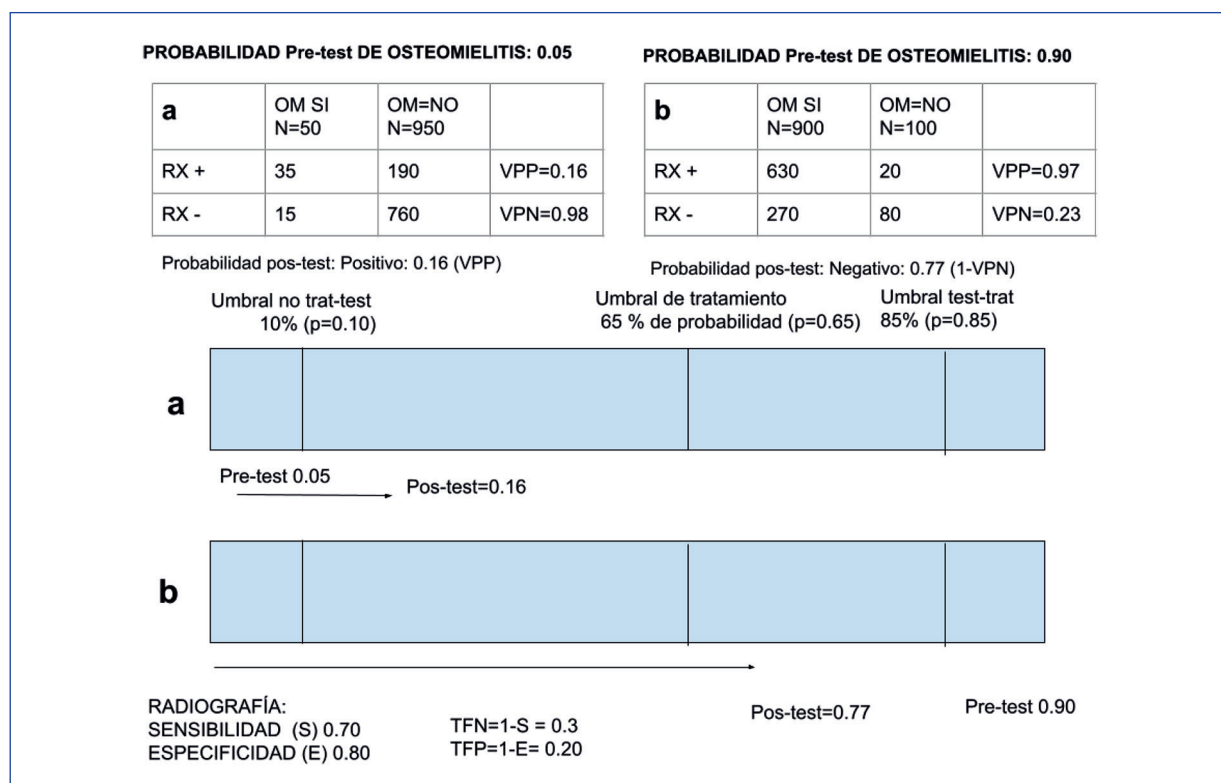
En un paciente adulto con vesículas y dolor típico en la zona de un dermatoma compatible con herpes zóster, realizar un citodiagnóstico de Tzank no cambia la conducta tenga o no un resultado positivo, dado que la probabilidad de padecer un herpes zóster con estas características es muy elevada. Un citodiagnóstico positivo no agregaría nada al diagnóstico ni cambiaría la conducta y uno negativo probablemente sea un falso negativo, dado que el VPN no sería suficientemente alto como para disminuir la probabilidad por debajo del umbral de tratamiento (Fig. 2b). Cuando la probabilidad pre-test es mayor que el umbral de tratamiento (aunque no muy elevada), se debería solicitar un estudio

con alta S (baja tasa de falsos negativos), ya que podría cambiar la conducta al cruzar el umbral de tratamiento hacia la izquierda, optando por no tratar la enfermedad cuando el resultado es negativo. Cuando la probabilidad pre-test es menor al umbral de tratamiento (pero no demasiado baja), un estudio con alta E (baja tasa de falsos positivos) podría cambiar la decisión de no tratar a un paciente a optar por tratarlo si cruza el umbral de tratamiento cuando el valor es positivo (Fig. 2c).

Comentarios finales

1. Un estudio con un alta S indica que existen pocos falsos negativos y es útil para des-

Figura 3 | Cálculo de probabilidad pos-test para la radiografía simple de pie en osteomielitis de pie diabético. a: Con baja probabilidad pre-test (0.05), el valor predictivo positivo de un test positivo no llega a la probabilidad umbral de tratamiento. b: Con alta probabilidad pre-test (0.90), el valor predictivo negativo de un test negativo no llega a la probabilidad umbral de tratamiento



TFN: tasa de falsos negativos; TFP: tasa de falsos positivos; OM: osteomielitis.

cartar la enfermedad cuando el resultado es negativo.

2. Un estudio con elevada E, en cambio, tiene baja tasa de falsos positivos y por lo tanto aumenta la probabilidad de que el paciente esté enfermo cuando el resultado es positivo.

3. A medida que aumenta la probabilidad pre-test, aumenta el VPP (probabilidad de que el paciente esté enfermo ante un resultado positivo) y disminuye el VPN (probabilidad de que el paciente no esté enfermo ante un resultado negativo).

4. A medida que aumenta la probabilidad pre-test, aumenta la probabilidad pos-test de enfermedad, tanto en caso de un resultado negativo (1-VPN) como positivo (VPP).

5. Los estudios diagnósticos son útiles cuando las probabilidades de padecer la enfermedad son intermedias (zona gris) en la cual un resultado positivo o negativo puede

cambiar la conducta (probabilidad pre-test 30 a 70%).

6. Es de buena práctica solicitar estudios diagnósticos únicamente en caso de que el resultado sea de utilidad para cambiar una conducta o para indicar un pronóstico.

7. Evaluar en cada caso los riesgos, el costo beneficio, así como las preferencias del paciente cuando se decide estudiarlo y tratarlo por determinada afección.

En la práctica cotidiana, los médicos enfrentan decisiones múltiples y complejas, guiadas por el razonamiento lógico, la experiencia clínica y el conocimiento acumulado¹. Estos elementos fundamentales permiten orientar sus acciones hacia la mejora de la salud de sus pacientes, promoviendo un uso racional de los estudios diagnósticos. Aunque no se recuerde cada detalle presentado en este editorial, el razonamiento intuitivo se sustenta en dichos pi-

lares, complementado por la experiencia acumulada al tratar numerosos pacientes a lo largo del tiempo. Esta interacción favorece la construcción de redes de conocimiento y patrones

de razonamiento aún no completamente dilucidadas.

Conflicto de intereses: Ninguno para declarar

Bibliografía

1. Sox HC. Differential Diagnosis, Capítulo 2. En: Sox H. Medical Decision Making. 2da. ed. New Jersey, USA: Wiley-Blackwell, 2013, pp 7-20.
2. Kantor IN. Sobre diagnóstico, testeos y prevalencia de COVID-19. *Medicina (B Aires)* 2020;80 Supl. 3:77-8.
3. Bravo-Grau S, Cruz J. Estudios de exactitud diagnóstica: Herramientas para su Interpretación. *Revista Chilena de Radiología* 2015; 21:158-64.
4. Sox HC. Interpreting diagnostic information, Capítulo 5. En: Sox H. Medical Decision making, 2da. ed. New Jersey, USA: Wiley-Blackwell, 2013, pp. 93-142.
5. Sox HC. Probability: quantifying uncertainty, Capítulo 3. En: Sox H. Medical Decision Making, 2da. ed. New Jersey, USA: Wiley-Blackwell, 2013, pp 23-60.
6. Mc Gee S. Precisión diagnóstica de los hallazgos exploratorios. Capítulo 2. En: Mc Gee S. Diagnóstico físico basado en la evidencia, 5ta ed. USA: Elsevier, 2022, pp. 41-71.
7. Aragon-Sanchez J, Lipsky BA, Lazaro-Martinez JL. Diagnosing diabetic foot osteomyelitis: ¿is the combination of probe-to-bone test and plain radiography sufficient for high-risk inpatients? *Diabet Med* 2011; 28: 1914.
8. Sox HC, Higgins MC, Owens DK. Medical Decision Making, 2da. ed. Wiley-Blackwell, 2013. En: <https://www.perlego.com/book/1010497/medical-decision-making-pdf>; consultado diciembre 2024.
9. Sox H. Deciding when to test, Capítulo 2. En: Hunink M. Decision Making in Health and Medicine, 2da. ed. UK: Cambridge University Press, 2019, pp 153-72.