



 AUS DEM DEUTSCHEN NETZWERK EVIDENZBASIERTE MEDIZIN

Was heißt hier »positiv«?

Sensitivität, Spezifität und Vorhersagewerte: Was diese Parameter über die Verlässlichkeit eines positiven Diagnose-Testergebnisses aussagen

VON HARRIET SOMMER, VALÉRIE LABONTÉ UND GABRIEL TORBAHN IM AUFTRAG DES DEUTSCHEN NETZWERKS EVIDENZBASIERTE MEDIZIN (DNEBM – WWW.EBM-NETZWERK.DE)

D

Diagnostische Tests liefern Hinweise darauf, ob eine Krankheit beziehungsweise eine Infektion vorliegt oder nicht. Doch mit den Ergebnissen sollte man vorsichtig umgehen. Wie wahrscheinlich ist es, dass ein Patient mit einem positiven Testergebnis tatsächlich krank/infiziert ist?

Um das Testergebnis in der klinischen Anwendung interpretieren zu können, bedient man sich der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Der positive Vorhersagewert (positive predictive value/PPV) ist die Wahrscheinlichkeit, bei positivem Testergebnis tatsächlich krank/infiziert zu sein. Will man den PPV berechnen, braucht man folgende Parameter:

- **Sensitivität:** die Wahrscheinlichkeit, ein positives Testergebnis zu erhalten, wenn die Krankheit/Infektion tatsächlich vorliegt
- **Spezifität:** die Wahrscheinlichkeit, ein negatives Testergebnis zu erhalten, wenn die Krankheit/Infektion nicht vorliegt

- **Prävalenz:** die Wahrscheinlichkeit, dass ein Patient krank/infiziert ist (abhängig von der Risikogruppe, der dieser Patient zugehört)

Nehmen wir an, ein HIV-Test hat eine Sensitivität von 99,9 Prozent. Das bedeutet, dass bei 99,9 Prozent der Infizierten das Ergebnis eines Bluttests positiv ausfällt (richtig positiv). Nehmen wir weiter an, dieser Test hat eine Spezifität von 99 Prozent, was bedeutet, dass 99 Prozent der Nicht-Infizierten ein negatives Testergebnis erhalten (richtig negativ).

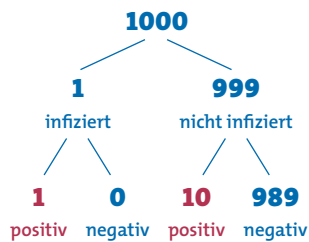
Das sind hohe Prozentzahlen. Man könnte annehmen, damit sei die Wahrscheinlichkeit, dass ein Patient mit einem positiven Testergebnis tatsächlich krank/infiziert ist, ebenfalls sehr hoch. Doch das ist ein Fehlschluss. Bei der Interpretation der Testergebnisse wird häufig die Krankheitsprävalenz nicht genügend beachtet. Sie spielt aber eine wichtige Rolle. Trotz einer hohen Sensitivität und Spezifität gibt es Konstellationen, in denen die Mehrheit der Screening-Positiven in Wahrheit gesund ist.

Zur Veranschaulichung dieses Zusammenhangs soll im Folgenden der positive Vorhersagewert des oben beschriebenen HIV-Tests in Abhängigkeit der Krankheitsprävalenz errechnet werden. Ein Wert für die Prävalenz der Risikogruppe, der ein Patient zugehört, kann aus Erfahrungswerten oder aus einer vorliegenden Querschnittsstudie stammen.

GERINGES RISIKO

Angenommen, wir haben in einer Screening-Situation 1000 Personen mit einer HIV-Prävalenz von 0,1 Prozent – was der Prävalenz in der Allgemeinbevölkerung ent-

spricht (Marcus 2015). Das heißt: In dieser Risikogruppe ist statistisch eine von 1000 Personen infiziert und wird wegen der hohen Sensitivität von 99,9 Prozent auch

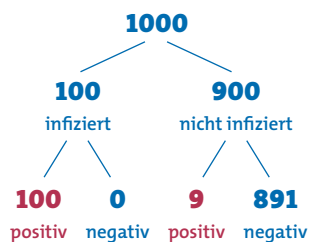


sehr wahrscheinlich positiv getestet. Von den 999 Nicht-Infizierten werden bei einer Spezifität von 99 Prozent etwa 10 Personen (1 Prozent) ein falsch positives Ergebnis erhalten.

Damit haben wir insgesamt 11 Personen mit einem positiven Testergebnis, von denen aber nur eine infiziert ist. Wird ein Patient positiv getestet, besteht also eine statistische Wahrscheinlichkeit von lediglich 1/11, dass er wirklich infiziert ist. Der positive Vorhersagewert (PPV) in dieser Risikogruppe beträgt also 9 Prozent.

HOHES RISIKO

Nun angenommen, wir sprechen von einer Hochrisikogruppe mit einer HIV-Prävalenz von 10 Prozent. Dann sind unter 1000 Personen 100 HIV-Infizierte, die wahrscheinlich alle (nämlich zu 99,9 Prozent) richtig positiv getestet werden.



Von den 900 Gesunden werden etwa 9 (1 Prozent) falsch positiv getestet.

Nun haben wir insgesamt 109 positiv Getestete, von denen immerhin 100 tatsächlich HIV-infiziert sind. In diesem Fall hat der positiv getestete Patient die hohe Wahrscheinlichkeit von 100/109, dass er tatsächlich infiziert ist. Der positive Vorhersagewert (PPV) liegt in dieser Risikogruppe bei 92 Prozent.

ÄNDERUNG DES POSITIVEN VORHERSAGEWERTS

Die Wahrscheinlichkeit, bei einem positiven Ergebnis auch tatsächlich krank/infiziert zu sein, unterscheidet sich also je nach Risikogruppe erheblich.

In der folgenden Tabelle wird die Änderung des positiven Vorhersagewerts (PPV) bei einer Sensitivität von 99,9 Prozent und einer Spezifität von 99 Prozent in Abhängigkeit der Prävalenz angegeben.

Risiko	Prävalenz	Positiver Vorhersagewert (PPV)
gering	0,1 % (1 von 1000)	9 % (1 von 11)
mittel	1 % (10 von 1000)	50 % (10 von 20)
hoch	10 % (100 von 1000)	92 % (100 von 109)

Als Merkregel lässt sich festhalten: Je höher die Prävalenz (bei gleichbleibenden Werten für Sensitivität und Spezifität), desto verlässlicher ist ein positives Testergebnis.

Formel für positiven Vorhersagewert

Die mathematische Formel für die Berechnung des positiven Vorhersagewerts (PPV) nach Bayes lautet:

$$PPV = \frac{\text{Sensitivität} \times \text{Prävalenz}}{\text{Sensitivität} \times \text{Prävalenz} + (100\% - \text{Spezifität}) \times (100\% - \text{Prävalenz})}$$

Setzt man die Maßzahlen aus unserem Beispiel für „hohes Risiko“ ein, erhält man folgende Rechnung:

$$PPV = \frac{99,9\% \times 10\%}{99,9\% \times 10\% + (100\% - 99\%) \times (100\% - 10\%)} = 92\%$$

Harriet Sommer, Dipl.-Math.

Valérie Labonté, Dipl.-Biol., MPH

Gabriel Torbahn, B.Sc.E&V, MPH

Cochrane Deutschland – Universitätsklinikum Freiburg

E-Mail: sommer@cochrane.de;

labonte@cochrane.de;

torbahn@cochrane.de

Altman DG, Bland JM. Diagnostic tests 2: predictive values. British Medical Journal; 309:102 (1994)

Bayes T. An essay toward solving a problem in the doctrine of chance; MD Comput; 8:157-71 (1991) ; 96:116–21 (2001)

Marcus, U, an der Heiden, M. Schätzung der Prävalenz und Inzidenz von HIV-Infektionen in Deutschland. RKI Epidemiol Bull, 45, 475-48 (2015)

Schneider A, Dinant GJ, Szecsenyi J. Zur Notwendigkeit einer abgestuften Diagnostik in der Allgemeinmedizin als Konsequenz des Bayes'schen Theorems; Z. ärztl. Fortbild. Qual. Gesundh.wes.; 100 (2006)

Wegwarth O, Gigerenzer G. Risiken und Unsicherheiten richtig verstehen lernen, Deutsches Ärzteblatt 2011; 108 (2011)

