

Uso de redes neuronales en medicina: a propósito de la patología dispéptica

N. Sáenz Bajo, E. Barrios Rueda, M. Conde Gómez, I. Domínguez Macías, A. López Carabaño y C. Méndez Díez

Objetivo. Desarrollo y entrenamiento de una red neuronal que permita clasificar a los pacientes que acuden a la consulta con síntomas de dispepsia en dos grupos: los que muy probablemente tengan enfermedad ulcerosa péptica o reflujo gastroesofágico (RGE) y los que muy probablemente tengan dispepsia funcional o idiopática. Comparación de los resultados obtenidos con la red neuronal y otros clasificadores estadísticos.

Diseño. Estudio retrospectivo.

Emplazamiento. Tres consultas de equipo de atención primaria de ámbito urbano.

Participantes. Ochenta y un pacientes con diagnóstico de dispepsia, a los que se realizó endoscopia digestiva y/o tránsito esofagogastroduodenal (EGD) documentado en la historia clínica.

Método. Entrevista personal con cuestionario predefinido sobre sintomatología y factores de riesgo de patología dispéptica. El análisis de los datos se ha realizado con clasificador determinista, clasificador estadístico y red neuronal basada en un perceptrón multicapa.

Resultados. La red neuronal clasifica correctamente a un 81% de los pacientes, con un valor predictivo negativo (VPN) del 90% y un valor predictivo positivo (VPP) del 80%.

Conclusiones. La red neuronal proporciona excelentes tasas de acierto en la clasificación de los pacientes a partir de la presencia o no de determinados síntomas. Se observa una tendencia a discriminar mejor los diagnósticos negativos (dispepsia funcional o idiopática) frente a los positivos (enfermedad ulcerosa péptica o RGE). El uso sistemático de redes neuronales en las consultas de atención primaria facilitarían al clínico su labor, aumentando la rentabilidad de cualquier decisión diagnóstica y terapéutica.

Palabras clave: Redes neuronales. Análisis discriminante. Dispepsia. Dispepsia no ulcerosa. Úlcera péptica.

USE OF NEURONE NETWORKS IN MEDICINE: CONCERNING DYSPEPTIC PATHOLOGY

Objectives. Development and training of a neurone network that enables the patients who attend the clinic with symptoms of dyspepsia to be classified into two groups: those who very probably have peptic ulcer disease or gastro-oesophageal reflux (GOR) and those more likely to have functional or idiopathic dyspepsia. Results obtained with the neurone network and with other statistical classifiers were compared.

Design. Retrospective study.

Setting. Three urban primary care clinics.

Participants. 81 patients with a diagnosis of dyspepsia, who underwent a digestive tract endoscopy and/or oesophageal-gastro-duodenal meal, recorded in the clinical notes.

Method. Face-to-face interview with a set questionnaire on the symptoms and risk factors of dyspepsia pathology. Data were analysed with determinist classifier, statistical classifier and neurone network based on a multi-layer perceptron.

Results. The neurone network correctly classified 81% of patients, with negative predictor value of 90% and positive predictor value of 80%.

Conclusions. The neurone network provides very high accuracy rates in classifying patients on the basis of the presence or otherwise of determined symptoms. There was a tendency to distinguish negative diagnoses (functional or idiopathic dyspepsia) better than positive ones (peptic ulcer disease or GOR). Systematic use of neurone networks in primary care clinics would assist the doctor by increasing the accuracy of diagnostic and/or clinical decisions.

Key-words: Neurone networks. Discriminatory analysis. Dyspepsia. Non-ulcerous dyspepsia. Peptic ulcer.

Centro de Salud Luis Vives. Área 3 de Atención Primaria. Madrid.

Correspondencia:
Noemí Sáenz Bajo.
Marqués de Lozoya, 12 7.º C
28009 Madrid.

Correo electrónico:
noemi.saenz@madrid.org

Manuscrito aceptado para su publicación el 28-I-2002.

Introducción

Las redes neuronales son un instrumento que comienza a utilizarse en la práctica médica con el fin de ayudar al clínico en la toma de decisiones. Tienen utilidad para pronosticar la evolución de distintas patologías¹ o intervenciones terapéuticas², clasificar o reconocer muestras anatomopatológicas³, pruebas de imagen o establecer probabilidades diagnósticas a partir de síntomas o pruebas complementarias⁴.

Existen en la bibliografía artículos que comparan el rendimiento de los clasificadores estadísticos (análisis discriminante, regresión logística, etc.) con las redes neuronales, encuentran evidencias de que estas últimas clasifican mejor y muestran mayor sensibilidad y especificidad que los clasificadores tradicionales⁵.

La dispepsia es un problema de salud muy prevalente y representa la segunda causa de consulta después del resfriado común en atención primaria⁶.

A diario nos enfrentamos a pacientes con síntomas dis pépticos tan inespecíficos que resulta difícil emitir un juicio diagnóstico sobre la presencia o no de lesión orgánica. Para realizar un diagnóstico etiológico será necesario recurrir al uso de pruebas complementarias. Dadas la frecuencia con la que los pacientes consultan por dispepsia, la posibilidad de que la causa sea orgánica o funcional y la necesidad de hacer un diagnóstico etiológico rápido, resulta especialmente útil para el médico de atención primaria disponer de instrumentos que le permitan clasificar *a priori* a los pacientes⁷, con el fin de ayudarlo en la toma de decisiones tanto diagnósticas como terapéuticas.

Con este objetivo hemos desarrollado y entrenado una red neuronal⁸⁻¹⁰ que clasifica a los pacientes según su sintomatología en dos grupos: los que muy probablemente tengan enfermedad ulcerosa péptica o reflujo gastroesofágico (RGE), y los que muy probablemente tengan dispepsia funcional o idiopática, comparando los resultados obtenidos con la red neuronal y otros clasificadores estadísticos.

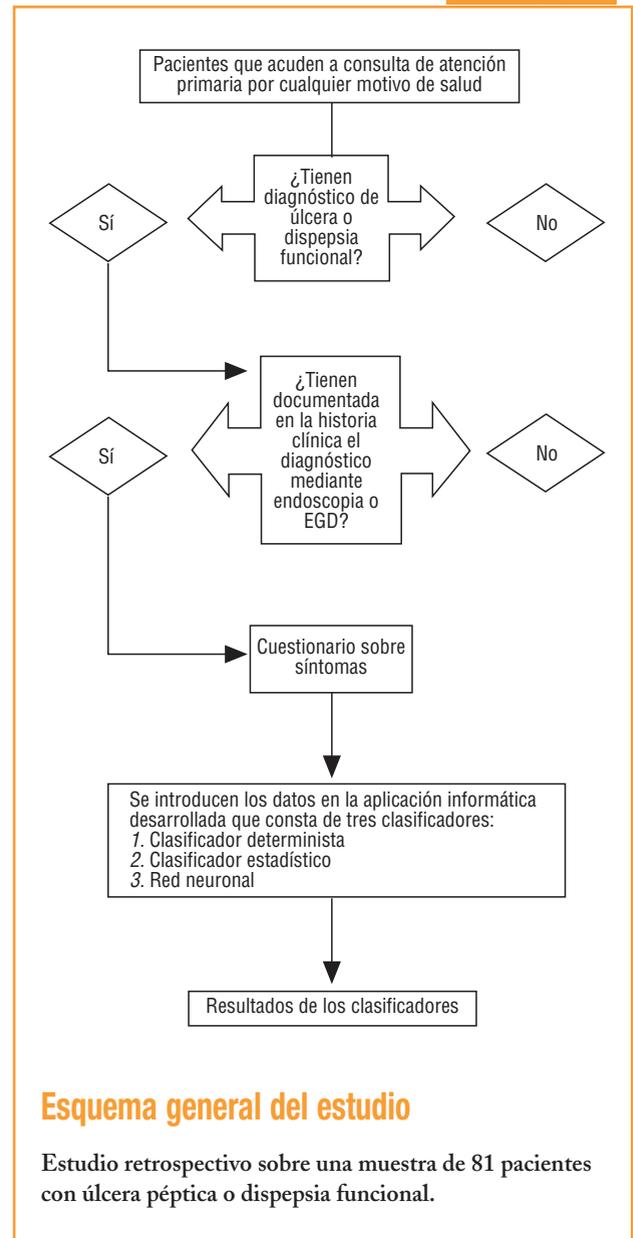
Participantes y métodos

Diseño

Se trata de un estudio retrospectivo de 81 pacientes de tres consultas de un Centro de Salud de Alcalá de Henares (Madrid), que fueron seleccionados de enero a junio del año 1999 en las consultas de atención primaria, a las que acudían por cualquier motivo de salud. Treinta y seis tenían diagnóstico de úlcera péptica y 45 de dispepsia funcional o idiopática.

Los criterios de inclusión fueron: tener historia clínica con diagnóstico de dispepsia en la lista de problemas y estar registrados en la misma los resultados de las pruebas complementarias realizadas (endoscopia, tránsito esofagogastroduodenal [EGD] o ambos).

Material y métodos Cuadro resumen



Recogida de datos

Las fuentes de información de las variables a estudio han sido las historias clínicas de los pacientes y una encuesta elaborada *ad hoc* donde se recoge la información relativa a síntomas y factores de riesgo. La entrevista sobre los síntomas fue concertada con el paciente y siempre la realizó el mismo investigador, que en todos los casos desconocía el diagnóstico.

Las variables en estudio fueron: edad, sexo, factores de riesgo (existencia de familiares de primer grado con historia de enfermedad péptica ulcerosa, número de cigarrillos consumidos al día, antecedentes de consumo de antiinflamatorios no esteroides [AIN-E]) y sintomatología (dolor epigástrico no irradiado, dolor señalado a punta de dedo, aparición de 1 a 3 h tras las comidas, dolor que despierta al paciente por la noche, que cede parcialmente con la comida o con antiácidos, dolor recurrente en determinadas

épocas del año, dolor o malestar abdominal difuso, presencia de saciedad temprana, náuseas o regurgitación, salivación, pirosis ocasional que aparece tras las comidas o en decúbito, dolor torácico y sensación de hinchazón abdominal.

Análisis

Se ha desarrollado una aplicación informática que utiliza tres clasificadores: clasificador determinista *a priori* basado en la distancia euclídea (con una función discriminante lineal); clasificador estadístico basado en la distancia de Mahalanobis (con una función discriminante cuadrática), y red neuronal basada en un perceptrón multicapa (entrenado con *backpropagation*) con los siguientes parámetros: una capa oculta, $\alpha = 0,5$ y número de neuronas de la capa oculta igual al 10% del tamaño del conjunto de entrenamiento.

Se realizaron dos tipos de ajustes de los clasificadores, uno utilizando el 50% de los pacientes y otro con el 75%. Una vez obtenidos los clasificadores, se probó su capacidad predictiva con el resto de los pacientes que no habían sido utilizados en la fase de ajuste (50% en un caso y 25% en el otro).

Para evitar posibles sesgos en el orden de recogida de los datos, los conjuntos de ajuste y prueba fueron generados aleatoriamente a partir del conjunto de datos inicial.

Resultados

De los 81 pacientes estudiados, 36 (44%) tenían enfermedad ulcerosa péptica y el resto, 45 (56%), dispepsia funcional. El 35,8% eran mujeres y el 64,2% varones. La edad media fue de 47,38 años (desviación estándar [DE], 11,72). El número medio de cigarrillos fumados al día era de 4,65 (DE, 8,74). En la tabla 1 se puede observar la dis-

TABLA 1
Número de casos (N) y distribución de frecuencias en porcentaje (%) de la presencia de antecedentes personales y síntomas a estudio

Síntomas	N (%)
Antecedentes de consumo de AINE	29 (35,8)
Antecedentes familiares	39 (48,1)
Dolor epigástrico no irradiado	60 (74,1)
Dolor localizado epigastrio señalado punta dedo	61 (75,3)
Dolor de 1 a 3 h tras la comida	40 (49,4)
Dolor nocturno	45 (55,6)
Dolor que cede con comidas o antiácidos	65 (80,2)
Dolor recurrente estacional	50 (61,7)
Dolor abdominal difuso	31 (38,3)
Saciedad temprana tras las comidas	51 (63,0)
Náuseas o sensación de regurgitación	51 (63,0)
Salivación	31 (38,3)
Pirosis en decúbito o tras las comidas	52 (64,2)
Dolor torácico	56 (69,1)
Sensación de hinchazón abdominal	56 (69,1)

AINE: antiinflamatorios no esteroides.

tribución de frecuencias de los síntomas y antecedentes personales a estudio.

El porcentaje de pacientes clasificados correctamente con cada uno de los tres tipos de clasificadores se resume en la tabla 2, en función del tamaño del conjunto de ajuste. En el caso de la red neuronal, utilizando el 75% de los datos para entrenarla se consigue clasificar bien al 81% de los pacientes. Se observa asimismo una mayor consistencia en los resultados de la red neuronal al depender éstos en mucha menor medida del tamaño relativo de los conjuntos de ajuste y de prueba.

En la tabla 3 se pueden comprobar los valores predictivos positivos (VPP) y negativos (VPN) de los tres clasificadores obtenidos en la fase de prueba. La red neuronal es la que mayor valor predictivo tiene, obteniéndose en el caso de utilizar el 75% de los datos para entrenarla un VPN del 90%.

Discusión

Las consultas de atención primaria del Sistema Nacional de Salud soportan, en la mayoría de los casos, presiones asistenciales elevadas, lo que significa que al usuario que consulta por un problema de salud agudo o nuevo no le dedicamos más de 10 min. En este tiempo debemos interrogar, explorar y elaborar un juicio clínico que implica, en muchos casos, decidir la realización de una prueba complementaria para llegar a un diagnóstico etiológico o una prescripción terapéutica. El interrogatorio y el examen fi-

TABLA 2
Número (N) y porcentaje de pacientes (%) clasificados correctamente con cada uno de los tres tipos de clasificadores en función del tamaño del conjunto de ajuste

Conjunto de ajuste (N [%])	Ajuste		
	Clasificador determinista (%)	Clasificador estadístico (%)	Red neuronal (%)
61 (75)	73	96	100
41 (50)	67	97	100
Conjunto de prueba (N [%])	Prueba		
	Clasificador determinista (%)	Clasificador estadístico (%)	Red neuronal (%)
20 (25)	76	74	81
40 (50)	63	66	79

TABLA 3
Valores predictivos positivos (VPP) y negativos (VPN) de los tres clasificadores obtenidos en la fase de prueba

Conjunto de ajuste N (%)	Clasificador determinista		Clasificador estadístico		Red neuronal	
	VPP (%)	VPN (%)	VPP (%)	VPN (%)	VPP (%)	VPN (%)
61 (75)	64	87	71	71	80	90
41 (50)	56	72	60	58	75	85

Lo conocido sobre el tema

- Se utilizan diversas técnicas estadísticas, como el análisis discriminante, para clasificar a los pacientes en grupos con el objetivo de mejorar el rendimiento de las pruebas diagnósticas y terapéuticas.
- Se ha ensayado la clasificación de pacientes con patología dispéptica utilizando técnicas estadísticas como el análisis discriminante.
- No hay constancia de la aplicación de redes neuronales para la clasificación de pacientes con dispepsia.

Qué aporta este estudio

- Las redes neuronales clasifican mejor que los métodos estadísticos clásicos (análisis discriminante, clasificadores estadísticos).
- El desarrollo, entrenamiento y utilización de las redes neuronales rentabilizan la toma de decisiones diagnósticas y terapéuticas.
- En un medio como la atención primaria, la generalización del uso de redes neuronales es factible y puede resultar de gran utilidad práctica.

sico no evidencian diferencias entre las dispepsias orgánicas (úlcera duodenal y RGE) y las dispepsias funcionales. El escenario se completa con que la mayoría de las veces los clínicos de atención primaria no tenemos acceso a pruebas complementarias, en el caso que nos ocupa endoscopias digestivas, pHmetrías, etc., y nos vemos obligados a derivar al paciente a un especialista.

El uso de redes neuronales de forma sistemática en la práctica clínica en atención primaria supone, en primer lugar, aumentar la eficiencia diagnóstica. En el caso de la patología dispéptica, caracterizada por un cortejo sintomático bastante impreciso, hemos obtenido un VPN del 90%; es decir, si un individuo es clasificado en el grupo de dispepsia orgánica, habremos acertado con una probabilidad del 90%. En segundo lugar, el aumento de la eficiencia en el diagnóstico *a priori* mejorará el rendimiento de las pruebas complementarias que pidamos, las derivaciones a especialistas que realicemos y las prescripciones terapéuticas que adoptemos. En tercer lugar, la mejora del rendimiento se traduce en un menor coste económico de nuestras decisio-

nes y un mayor beneficio para el usuario que, desde el principio, estará mejor tratado y no se verá sometido a pruebas y tratamientos innecesarios; es decir, se minimizan los costes y se maximizan los beneficios.

Con respecto al tipo de herramientas a utilizar para la clasificación *a priori*, la red neuronal, al ser capaz de reconocer formas abstractas complicadas y ajustarse perfectamente al conjunto de entrenamiento, es claramente superior a los métodos estadísticos, tal como se observa también en otros estudios.

En conclusión, el uso de redes neuronales facilita y rentabiliza la toma de decisiones clínicas. Creemos que la utilización de este tipo de herramientas, ya disponibles en otros medios como las unidades de cuidados intensivos, o la interpretación de resultados en anatomía patológica o radiodiagnóstico, puede resultar muy útil en atención primaria, sobre todo en aquellos casos en los que el diagnóstico diferencial de una patología incluya el uso de recursos diagnósticos o terapéuticos que no sean accesibles o resulten especialmente gravosos para el usuario o el sistema.

El siguiente paso de nuestra investigación será intentar cuantificar los costes y beneficios de su utilización en la práctica diaria.

Bibliografía

1. Marble RP, Healy JC. A neural network approach to the diagnosis of morbidity outcomes in trauma care. *Artif Intell Med* 1999;15:299-307.
2. Grigsby J, Kramer RE, Schneiders JL. Predicting outcome of anterior temporal lobectomy using simulated neural networks. *Epilepsia* 1998;39:61-6.
3. Pantazopoulos D, Karakitsos P, Iokim-Lioffi A. Back propagation neural network in the discrimination of benign from malignant lower urinary tract lesions. *J Urol* 1998;159:1619-23.
4. Armoni A. Use of neural networks in medical diagnosis. *MD Comput* 1998;15:100-4.
5. West D, West V. Improving diagnostic accuracy using a hierarchical network to model decision subtasks. *Int J Med Inf* 2000;57:41-55.
6. Fisher RS, Parkman HP. Management of nonulcer dyspepsia. *N Engl J Med* 1998;339:1376-81.
7. Ingvard W, Tone TH, Holger U. Discriminant analysis of factors distinguishing patients with functional dyspepsia from patients with duodenal ulcer. *Dig Dis Sci* 1995;40:1105-11.
8. Dayhoff J. *Neural network architectures, an introduction*. Van Nostrand Reinhold, 1990.
9. Freedman JA, Skapura DM. *Neural networks, algorithms, applications and programming techniques*. Addison-Wesley, 1991.
10. Hertz J, Krogh A, Palmer RG. *Introduction to the theory of neural computation*. Addison-Wesley, 1991.