

# DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE INFECCIONES DE VÍAS URINARIAS EN NIÑOS, BASADO EN TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Jorge Enrique Rodríguez Rodríguez, jrodri@udistrital.edu.co  
Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”, Colombia

**Resumen.** En este artículo se plasma un primer acercamiento al uso de técnicas de inteligencia artificial para el diagnóstico y tratamiento de infecciones urinarias. Se da una introducción al problema. Luego se muestra una aproximación a la teoría concerniente a infecciones urinarias y técnicas de inteligencia artificial. Por último, se plantean las conclusiones.

**Palabras clave.** Infección urinaria, tratamiento médico, redes neuronales, redes bayesianas y razonamiento basado en casos.

## 1. INTRODUCCIÓN

La infección urinaria (IU) es la enfermedad más común del riñón y de las vías urinarias en la infancia. El 1.6% de los varones y el 7.8% de las mujeres han tenido al menos una UI. Su importancia radica en la frecuencia, que es indicador de posibles anomalías anatómicas o funcionales subyacentes y principalmente en que si compromete el riñón puede ocasionar daño irreversible [1].

En Colombia la infección de las vías urinarias es un problema de salud presente en la infancia. No solamente representa una contribución significativa a la carga de enfermedad, sino que aspectos de su historia natural, curso clínico, aproximación diagnóstica y manejo racional continúan siendo debatidos ampliamente [2]. La IU puede ser el indicador de una anomalía del tracto genitourinario que de no ser corregida lleva a deterioro progresivo e irreversible de la función renal. En niños de 5 a 36 meses los síntomas son más homogéneos y por esta causa es más fácil de tratar la enfermedad. Recientes investigaciones indican que la prevalencia de IU en niños pequeños en urgencias es de 3 a 5% y el algunos grupos hasta 30%; adicionalmente al uso reciente de gammagrafía renal con DMSA indicado en la mayoría de los niños pequeños febriles con IU, que tienen pielonefritis, siendo un riesgo para cicatriz e insuficiencia renal crónica [3]. De 1100 niños estudiados (509 niños y 591 niñas), 38 presentaron urocultivos positivos por micción espontánea, y de éstos 18 positivos por punción suprapúbica. La E. Coli se encontró en el 94%. La prevalencia de bacteriuria asintomática fue de 4,3 en recién nacidos, 2,3% en lactantes, 1,8% pre-escolares, 1,3% escolares y 1,1% adolescentes, con predominio del sexo femenino, excepto en recién nacidos. Se encontró alteraciones urológicas en 6 de 18 pacientes principalmente menores de 6 años y 12% con reflujo vesicouretral [4].

Basado en lo anterior, se propone realizar un estudio con respecto al uso de técnicas de inteligencia artificial para el diagnóstico y tratamiento de infecciones de vías urinarias en niños de 5 a 36 meses, el cual servirá, como herramienta de apoyo a la toma de decisiones de expertos en el

área y un modelo de consulta.

## 2. INFECCIONES EN LAS VÍAS URINARIAS

La infección de las vías urinarias (IVU) es una infección de la vejiga, riñones o uretra. Cuando la infección es en la vejiga se llama cistitis. Las infecciones de vías urinarias son más frecuentes en las niñas. Una IVU puede causarle al niño la necesidad de orinar con frecuencia, dolor y ardor al orinar. De igual forma, puede presentar poca o nada de orina, goteo o salida de orina durante el sueño. Otros signos pueden ser: orina maloliente, rosada o roja por sangre en la orina, fiebre, dolor en la espalda baja o lateral, malestar estomacal o vómito.

En la mayoría de los casos la infección es causada por la vía ascendente, a partir de: proveniente del tracto gastrointestinal, por reservorio debajo del prepucio, ascendente por la uretra, la cual se favorece en niñas mayores de 6 meses porque la uretra es más corta, también al realizar cateterización vesical o instrumentación, por vaciamiento incompleto de la vejiga voluntario o involuntario, y en reflujo vesicouretral primario o secundario, y - la infección urinaria se produce por la habilidad que tienen las bacterias de adherirse a la células uroepiteliales de la superficie mucosa, por medio de adhesinas o fimbrias que son proteínas de la pared celular bacteriana; producción de hemolisinas que son polipéptidos, excretados extracelularmente que lisan eritrocitos y otras células; y por la liberación de varias endotoxinas, como el lípido A que disminuye el peristaltismo ureteral y produce inflamación, el antígeno O que es tóxico e induce fiebre e inflamación y es nefritogénico, el antígeno K que aumenta la resistencia bacteriana a la fagocitosis y la coexistencia del grupo sanguíneo P1 asociado a escherichia coli K1.

### 2.1 Cuadro Clínico

La sintomatología varía con la edad. En el recién nacido se presenta con síntomas inespecíficos, baja ganancia de peso, temperatura baja o con leve aumento, estenia, adinamia, hiporexia, color grisáceo o ictericia.

Se habla de infección urinaria no complicada cuando presenta síntomas relacionados a compromiso vesical y responde en forma rápida al tratamiento, mientras que en la infección urinaria complicada las manifestaciones de compromiso renal son evidentes y algunas de ellas posibles de corrección quirúrgica. En los mayores hay fiebre de 38,5 grados, disuria, aumento de la frecuencia urinaria, puede acompañarse con vulvitis, vaginitis, uretritis, balanitis, e incontinencia urinaria diurna o nocturna. Como síntomas de pielonefritis se encuentra fiebre mayor de 38,5 grados, compromiso del estado general, dolor abdominal y lumbar,

leucocitos mayor de 15.000, VSG elevada mayor de 20, proteína C reactiva mayor de 20 mg/lit, leucocitiuria y bacteriuria y disminución en la concentración urinaria.

## 2.2 Apoyo Diagnóstico

- Laboratorio. Se sospecha IU con un parcial de orina y se confirman con 2 urocultivos seriados, por micción espontánea con 90% de sensibilidad y con 3 urocultivos 95% de sensibilidad. El urocultivo único por micción espontánea tiene 61% de confirmar IU verdadera y por punción suprapúbica tiene más del 99% de confirmación [5].

- Uroanálisis. Hay 3 métodos de recolección de parcial de orina: de mitad de la micción espontánea recogida en bolsas con cambio de la misma cada 20 minutos en lactantes, cateterización uretral, y por punción suprapúbica

## 2.3 Urocultivo

El urocultivo es el principal estándar en el diagnóstico de IU. La mejor muestra para urocultivo es la tomada mediante aspiración por punción suprapúbica, en segundo lugar la obtenida por catéter transuretral de aplicación reciente y con técnica estéril, seguida de la toma por técnica de "chorro medio". La técnica menos confiable es la de bolsas colectoras.

## 2.4 Imagenología

A todo paciente con IU comprobada debe realizarse estudio de imagenología, la cual incluye: ecografía renal y de vías urinarias, gamagrafía renal con DMSA, cistouretrografía miccional por Rx, grados de RVU, Cistouretrografía por ultrasonido [6], cistografía isotópica, urografía excretora, Renograma con diurético [4], Otros métodos de diagnóstico por imagen [4].

## 2.5 Tratamiento

Se busca aliviar los síntomas; prevenir la lesión renal permanente; dar tratamiento terapéutico por 14 días; dar profilaxis tres meses, en pielonefritis aguda unilateral y 6 meses en pielonefritis bilateral.

Medidas generales. Dar un aporte abundante de líquidos para disminuir la concentración de bacterias en el tracto urinario, y vaciamiento vesical periódico completo con micciones cada 2-3 horas durante el día y en dos tiempos, para disminuir el residuo vesical que es un mecanismo de defensa al igual que las células epiteliales.

Tratamiento antibiótico. Debe elegirse de acuerdo a la resistencia de los gérmenes urinarios, si ha recibido tratamiento anterior. Con tratamiento adecuado se logra esterilización de la orina en 24 horas, la persistencia del crecimiento indica resistencia bacteriana o anomalía severa del tracto urinario. Signos inflamatorios como fiebre, pueden persistir dos o tres días, la piuria por tres a diez días PCR elevada en más de 20mg/l por cuatro a cinco días, VSG mayor de 25 mm/h por dos a tres semanas y menor concentración urinaria por dos a tres meses [7]. La ecografía renal se normaliza luego de seis semanas y la gamagrafía renal con DMSA en tres meses a un año, en pielonefritis crónica puede

persistir anormal por un año a dos años, o ser persistente [8].

## 2.6 Prevención

Diagnóstico temprano, imagenología temprana, profilaxis mientras se realiza el estudio, e investigar RVU en casos de hidronefrosis, hispospadias, riñón multiquístico, vejiga inestable, hermanos menores de 10 años con RVU.

## 2.7 Factores de riesgo

Incluyen la edad, el sexo, la circuncisión en niños, las alteraciones anatómicas o funcionales del tracto urinario y la hipercalciuria, que interactúan para establecer la probabilidad individual de IU [1].

# 3. TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

## 3.1 Redes Neuronales Artificiales (RNA)

Diferentes modelos teóricos o paradigmas, datan desde los años 50's. Algunos poseían aplicaciones limitadas en el mundo real, teniendo como consecuencia que las RNA permanecieran en la oscuridad por décadas. Las RNA han sido entrenadas para la realización de funciones complejas en variados campos de aplicación. Hoy en día pueden ser entrenadas para la solución de problemas que son complejos para sistemas computacionales comunes o para el ser humano. La idea de las RNA fue concebida originalmente como un intento de modelar la biofisiología del cerebro humano, esto es, entender y explicar como funciona y opera el cerebro. La meta es crear un modelo capaz en emular el proceso humano de razonamiento. La mayor parte de los trabajos iniciales en redes neuronales fue realizada por fisiólogos y no por ingenieros.

Una característica importante de las RNA es que son altamente tolerantes al ruido y robustas frente a fallos estructurales: la eliminación o mal funcionamiento de un porcentaje importante de unidades de proceso no provoca un "colapso", sino una disminución progresiva en el rendimiento de la red, características que posee el cerebro humano. Sin embargo, la característica más valorada de las redes neuronales artificiales es su capacidad de aprendizaje [15]. La claridad de RNA y su poder de predicción tienen una relación estrecha, que se comporta de manera inversa, entre más sencilla sea la forma del modelo, más fácil será su comprensión, pero tendrá menor capacidad para encontrar diferencias sutiles o demasiado variadas [16].

## 3.2 Aprendizaje Bayesiano

En el año 1763, dos años después de la muerte de Thomas Bayes (1702-1761), se publicó una memoria en la que aparece, por vez primera, la determinación de la probabilidad de las causas a partir de los efectos que han podido ser observados. El cálculo de dichas probabilidades recibe el nombre de teorema de Bayes [9]. En teoría de la probabilidad, es la regla básica para realizar inferencias [10]. Dicho teorema puede verse cómo la búsqueda de la hipótesis más probable dado un conjunto de datos de entrenamiento y un conocimiento a priori de la probabilidad de cada hipótesis. Conociendo la probabilidad a priori de que ocurra un suceso, el

método bayesiano permite modificar su valor cuando se dispone de nueva información, esta es la probabilidad a posteriori [11]. Permiten tratar modelos complejos gracias a la explotación de las independencias presentes en el modelo. De estas consideraciones surge la idea de usar redes bayesianas como clasificadores [12][13]. Las Redes Bayesianas son un formalismo que en los últimos años ha demostrado su potencialidad como modelo de representación del conocimiento con incertidumbre. El éxito de numerosas aplicaciones en campos variados como la medicina, la recuperación de información, la visión artificial, la fusión de información, la agricultura, etc., avalan este formalismo [10]. Cabe resaltar que el modelo presentado (fig. 1) solo especifica el clasificador más simple de todos, el Naïve Bayes.

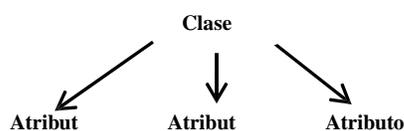


Fig. 1. Topología de un clasificador Naïve Bayes [10]

### 3.3 Aprendizaje Basado en Casos

El aprendizaje basado en casos, consiste en extraer información de un conjunto de datos conocidos y usarla para clasificar nuevos datos o para agrupar los datos existentes. Un concepto muy importante dentro del aprendizaje basado en casos es el de heurística de consistencia que puede definirse con la siguiente descripción: “siempre que se quiera pronosticar una propiedad de algo, sin que se disponga de otra cosa que un conjunto de casos de referencia, halle el caso más parecido, con respecto a propiedades conocidas y del cual se conoce la propiedad buscada. Deduzca que la propiedad desconocida es la misma que la propiedad conocida” [14].

Para una mejor comprensión, se aborda el siguiente ejemplo, que tiene dos datos de entrenamiento y uno para clasificar. El primer caso es una canción, que tiene un compás de  $\frac{3}{4}$ , se interpreta con instrumentos de cuerda, no posee percusión, es oriunda de la zona andina y su ritmo es pasillo. El segundo caso de entrenamiento es otra canción en compás partido, interpretada con instrumentos de viento, incluye percusión, es oriunda de la costa atlántica colombiana y es de ritmo cumbia. Usando el criterio de heurística de consistencia se desea estimar el ritmo de una canción con las siguientes características: compás partido, se interpreta con instrumentos de cuerda, incluye percusión, y es originaria de la costa atlántica. La respuesta sería “Cumbia”, ya que de los dos datos de entrenamiento conocidos, el dato en cuestión comparte más características con el segundo por lo tanto este dato y el dato a clasificar pertenecen a la misma clase [14].

## 4. CONCLUSIONES

El uso de técnicas de inteligencia artificial en la solución de problemas relacionados con la medicina han sido empleadas con éxito, y en ocasiones se ha llegado a entrenar técnicas

capaces de generar una alta efectividad en las respuestas obtenidas; respuestas que son usadas por expertos en medicina con el fin de apoyar la toma de decisiones en casos reales. Esto conlleva, a deducir que es posible y viable adoptar este tipo de técnicas con el fin de apoyar la toma de decisiones en el diagnóstico y tratamiento de infecciones urinarias.

## 5. REFERENCIAS

- [1] *Guías de pediatría práctica basadas en la evidencia.*
- [2] RUÍZ J. Departamento de Pediatría, Pontificia Universidad Javeriana, Hospital Universitario de San Ignacio. <http://med.javeriana.edu.co/publi/vniversitas/serial/v41n4/0039%20editorial.PDF>
- [3] SHAW KN, Mc GAWAN KL, GORELICK MH, SCHWARTZ JS. Screening for urinary tract infection in infants in the emergency department: which test in best? *Pediatrics* 1998; pp. 1 - 7.
- [4] GASTELBONDO R. CUERVO de Torres E. *Enfoque diagnóstico y manejo del niño con infección de vías urinarias, Médicas UIS* 1995.
- [5] GASTELBONDO R, ARISTIZABAL D. *Infección urinaria en niños. Pediatría* 1994; pp. 198 - 201.
- [6] BOSIO M. Cystosonography with echocontrast: a new imagin modality to detect vesicoureteric reflux in children. *Pediatr Radiol* 1998; pp. 250 - 255.
- [7] JODAL U, HANSSON S. *Urinary tract infection in: Hollway MA, Barrat TM, Avner DE. Pediatric Nephrology. 3a. Williams and Wilkins. Baltimore* 1994; pp. 950 - 962.
- [8] HELLERSTEIN S. *Infecciones de vías urinarias: conceptos antiguos y nuevos. Clínicas pediátricas de Norte América* 1995; pp. 1347 - 1367.
- [9] SEDA, J. *Teorema de Bayes.* [http:// thales.cica.es/ rd/Recursos/rd98/ Matematicas/ 28/ 8.html](http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd98/Matematicas/28/8.html).
- [10] HERNÁNDEZ, J. RAMIREZ, M. FERRI, C. *Introducción a la Minería de Datos.* Prentice Hall. España, 2004. [11] MOLINERO, L. *El método bayesiano en la investigación médica.* [http:// www.seh-lilha.org/ bayes1.htm](http://www.seh-lilha.org/bayes1.htm).
- [12] FRIEDMAN, N. GEIGER, D; GOLDIZMITDT, M. *“Bayesian networks classifiers”.* *Machine Learning*, 1997.
- [13] LARRAGAÑA, P. LOZANO, J.A. *Estimation of Distribution Algorithms. A New Tool for Evolutionary Computation.* Kluwer Academic Publishers, 2002.
- [14] WINSTON, P. *Inteligencia Artificial.* Addison-Wesley Iberoamericana. 1994, pp. 420 - 430.
- [15] BARRO, S. y MIRA, J. *Computación Neuronal.* España: Universidad de Santiago de Compostela. 1995.
- [16] Pmsi. (2002). “Data Mining”. [http:// www.pmsi.fr/ home-sp.htm](http://www.pmsi.fr/home-sp.htm).