

HEMATICUS: SISTEMA PARA EL APOYO A LA TOMA DE DECISIONES MÉDICAS EN EL ÁMBITO DE LA AFÉRESIS TERAPÉUTICA

Arturo Munguía^a, Ana Victoria^b, Jesús Bautista^c,

^aConsultor externo de Proyectos CINVESTAV, amunguia@hotmail.com

^bHospital Juárez de México, ajardon@hotmail.com, ^cJefe del Banco de Sangre, Hospital Juárez de México, jeba961@hotmail.com

RESUMEN

Hematicus: es un sistema experto (software) de inteligencia artificial, que sirve de apoyo a la toma de decisiones médicas en el ámbito de la aféresis terapéutica, para los médicos en el diagnóstico y la decisión del tratamiento de enfermedades, que son susceptibles de ser tratadas con la aféresis terapéutica. El sistema Hematicus puede ser utilizado en ámbito de medicina crítica hospitalaria pública y privada y su enfoque se orienta hacia: 1) Bancos de sangre, 2) Hospitales públicos y privados con pacientes críticos candidatos a ser tratados con la aféresis terapéutica y 3) Médicos hematólogos, neurólogos, inmunólogos, reumatólogos, internistas y nefrólogos que atienden estos pacientes, los cuales pueden apoyarse en el sistema para facilitar el diagnóstico y tratamiento de enfermedades muy específicas.

Palabras clave: plasmaféresis, inteligencia artificial, decisiones médicas.

ABSTRACT

Hematicus: is an expert system (software) of artificial intelligence, for the support to medical decision-making in the field of therapeutic apheresis. It's an application that can support medical consultation, diagnosis, and the decision of the treatment of diseases, which could be treated with therapeutic apheresis. Hematicus can be used in the field of critical care public and private and its focus is oriented to: 1) Blood Banks, 2) public and private hospitals in extremely sick patients who may be candidates to therapeutic apheresis, and 3) hematologists, neurologists, immunologists, rheumatologists, internists, and nephrologists who treat these patients, which can use the system to improve the diagnosis and treatment of diseases very specific.

Key words: therapeutic apheresis, artificial intelligence, medical decisions.

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo plantea un método para resolver problemas de diagnóstico médico clínico por medio de reconocimiento de patrones entre los signos, síntomas y lesiones de la historia clínica del paciente en su conjunto y los signos, síntomas y lesiones clínicas de las

enfermedades que los pueden manifestar, tomando en cuenta además los signos patognomónicos, síntomas y lesiones que no deben presentar las enfermedades posibles; en función de sus diagnósticos diferenciales según la historia clínica dada.

Se basa en realizar diagnóstico médico clínico por medio de la demostración de proposiciones lógicas, operaciones entre conjuntos y la realización de cálculos numéricos basados en la teoría de análisis de decisiones; todas ellas combinadas con técnicas de inteligencia artificial para la representación del conocimiento (marcos).

La aféresis terapéutica es un procedimiento innovador poco conocido que se aplica en enfermedades raras o de difícil tratamiento, su aplicación todavía demanda de mucha investigación y constante actualización. Para su aplicación requiere de equipos médicos especializados de tecnología de punta e insumos costosos. En 1982, se fundó la Sociedad Americana para la Aféresis, con la finalidad de actualizar los conocimientos sobre el uso de la aféresis, formalizar sus indicaciones y establecer la relación costo beneficio de los diferentes procedimientos aferéticos. Para ello, edita la revista “Jornadas de Aféresis Clínica”. Asimismo, la Sociedad Internacional para la Aféresis, creó también su revista “Aféresis Terapéutica”, ambas de publicación trimestral, con la finalidad de registrar sus indicaciones y difundir sus resultados. Una de las principales aportaciones, que estas organizaciones han hecho a la aféresis terapéutica, especialmente la Asociación Americana de Bancos de Sangre y la Sociedad Americana para la Aféresis, ha sido la creación de las Guías sobre el uso de la aféresis terapéutica en la práctica clínica (Guías ASFA) de edición trianual. Enfoque basado en la evidencia del comité de redacción de la Sociedad Americana de Aféresis. En la última década se han creado múltiples asociaciones médicas en diversos países con el mismo objetivo, en todos ellos se utilizan las Guías ASFA como referente para las indicaciones terapéuticas de la aféresis (Joseph Schwartz 2016). Estas Guías son la fuente de información primaria que alimenta al sistema Hematicus.

La aféresis terapéutica, es un tratamiento de remoción y sustitución de elementos patológicos de la sangre. Tiene como finalidad principal la extracción y eliminación del plasma de la sangre, de aquellos componentes considerados responsables de la enfermedad, o bien de sus manifestaciones clínicas, que no pueden extraerse por otros medios. La aféresis terapéutica representa, por lo tanto, una alternativa encaminada fundamentalmente, al tratamiento de enfermedades muy específicas, en las que el tratamiento convencional como fármacos o cirugías, no han obtenido los resultados esperados, o han fracasado y se refleja en un beneficio social para los pacientes y promueve la optimización del uso de la sangre.

En la Ciudad de México, en un hospital de Tercer Nivel donde se cuenta con la terapia de recambio plasmático terapéutico, se realizan alrededor de 300 procedimientos por año, para su ejecución, el personal médico y paramédico se apega a las recomendaciones de las Guías ASFA (Joseph Schwartz 2016) y de la Asociación Mexicana de Medicina Transfusional, A.C. (Ammtac 2017), se emplea en enfermedades graves con alto riesgo de muerte, raras, con costos muy elevados como Síndrome de Guillain Barré y sus variantes como el Síndrome de Miller Fisher, crisis de enfermedades autoinmunes como púrpura

trombocitopénica, gammapatías, hiperviscosidad, envenenamientos, intoxicaciones y otras menos frecuentes. Las Guías ASFA se retroinforman de las experiencias recopiladas de los tratamientos en diversos países.

2. TEORÍA

Este sistema se basa en una metodología propia que fue concebida para resolver problemas de diagnóstico médico clínico consistente en la demostración de proposiciones lógicas, operaciones entre conjuntos y cálculos matemáticos, combinadas con técnicas de inteligencia artificial (Russel S 2010) para la representación del conocimiento, que permiten reconocimiento de patrones (Webb Andrew R 2011) y hacer inferencias diagnósticas. En este trabajo se utilizó una tecnología de algoritmos propios para el tratamiento de información que, hasta el desarrollo del sistema Hematicus (<https://youtu.be/DfDebtrz7fM>) no se habían utilizado.

Algunas modificaciones a estos algoritmos, como por ejemplo el considerar signos patognomónicos permiten hacer una inferencia clínica aplicable en la aféresis terapéutica y el manejo de incertidumbre. El Sistema Hematicus es la parte informática tangible de la teoría planteada en la metodología, es el enlace entre la teoría abstracta y la aplicación práctica para resolver un problema específico.

3. PARTE EXPERIMENTAL

Se eligieron las Guías ASFA debido a que son un sistema de análisis sólido que permite repetir en forma automatizada la forma de razonamiento médico en estas enfermedades. Se utilizaron 22 enfermedades más frecuentes en el uso de aféresis terapéutica en el Hospital Juárez de México.

Durante las pruebas funcionales del sistema consistentes en casos de uso previamente diseñados, el sistema funcionó al cien por ciento. Al presentarlo a especialistas médicos de cinco unidades médicas de tercer nivel de atención e invitarlos a usarlo, no objetaron su funcionamiento. Los médicos orientaron sus observaciones hacia la usabilidad de la interface con el usuario y a la normalización semántica del lenguaje médico de los signos síntomas, lesiones y estudios de laboratorio, es decir, observaciones de forma y no de fondo solucionadas, la primera con programación informática y la segunda utilizando el Método Delphi basado en un panel de expertos para la unificación de criterios y consenso.

El sistema Hematicus, además de facilitar la consulta de las Guías ASFA por los médicos, proporciona a partir de una historia clínica dada:

- 1) Si existen signos patognomónicos,
- 2) Analiza la consistencia lógica de la información disponible en la historia clínica,
- 3) Proporciona los *diagnósticos posibles*
- 4) Proporciona los *diagnósticos presuntivos*
- 5) Proporciona el, o los *diagnósticos finales*,
- 6) Establece si existe inconsistencia lógica en la historia clínica,

- 7) Notifica si no se ha alcanzado el umbral de evidencia que soporte el diagnóstico y
- 8) Proporciona la recomendación sobre el empleo de la aféresis terapéutica de acuerdo a las Guías ASFA, su objetivo es proporcionar mayores elementos para la toma de decisiones concernientes a la utilización de la aféresis terapéutica. (Tabla 1)

Tabla 1. Variables del sistema Hamáticus

Características del Sistema	Sistema Hemáticus
Uso de metodología propia de algoritmos de reconocimiento de patrones y otras técnicas de inteligencia artificial.	Si
Manejo de incertidumbre para el diagnóstico médico.	Si
Revisión de signos patognomónicos de la historia clínica.	Si
Análisis de la consistencia de la información disponible en la historia clínica.	Si
Proporciona los diagnósticos posibles.	Si
Proporciona los diagnósticos presuntivos.	Si
Proporciona el, o los diagnósticos finales.	Si
Establece si existe inconsistencia lógica en la Historia clínica.	Si
Notifica si no se ha alcanzado el umbral de evidencia que soporte el diagnóstico.	Si
Proporciona la recomendación sobre el empleo de la aféresis terapéutica de acuerdo a las Guías ASFA.	Si
Proporciona el catálogo de enfermedades reportadas en las guías ASFA y sus síntomas.	Si
Proporciona el Catálogo de signos síntomas y lesiones considerados como patognomónicos y las enfermedades los producen.	Si
Proporciona el Catálogo de signos síntomas y lesiones reportadas en las guías ASFA, y las enfermedades que los producen.	Si
Cuenta con un módulo generador de hipótesis diagnósticas.	Si
Cuenta con un módulo de apoyo diagnóstico.	Si

En cuanto al desempeño de la aplicación, su desarrollo inicialmente solo comprendía un módulo generador de hipótesis diagnósticas, en el cual al introducir una historia clínica, el sistema genera hipótesis diagnósticas y muestra las recomendaciones terapéuticas de las

guías ASFA. Con su desarrollo, la metodología empleada ha permitido que el sistema esté integrado hasta ahora por los cinco módulos mencionados (Figuras 1, 2, 3).

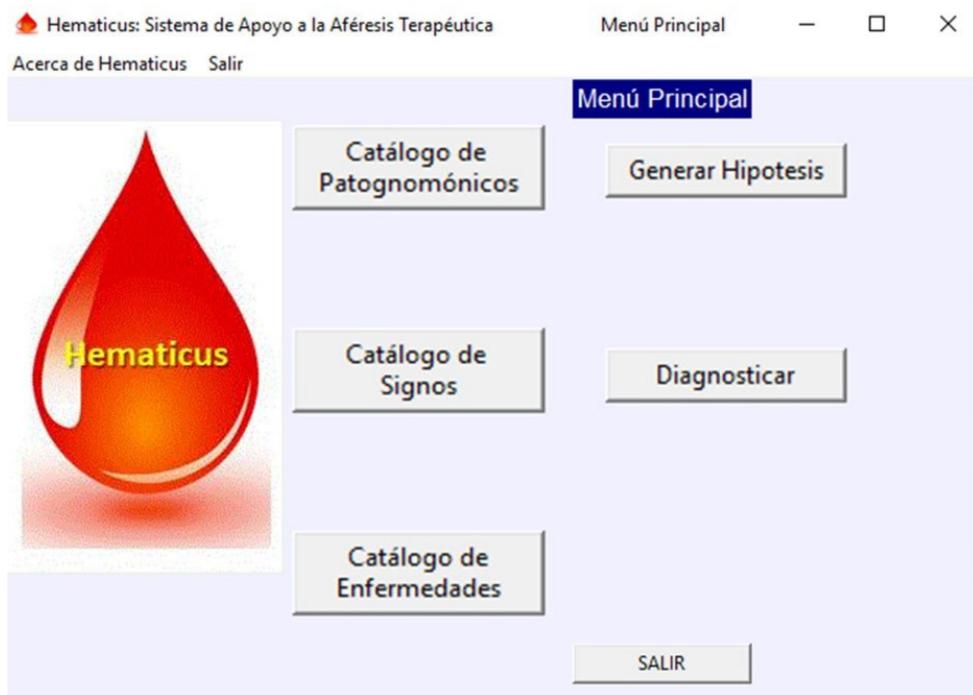


Figura 1. Pantalla del menú principal del Sistema Hematicus

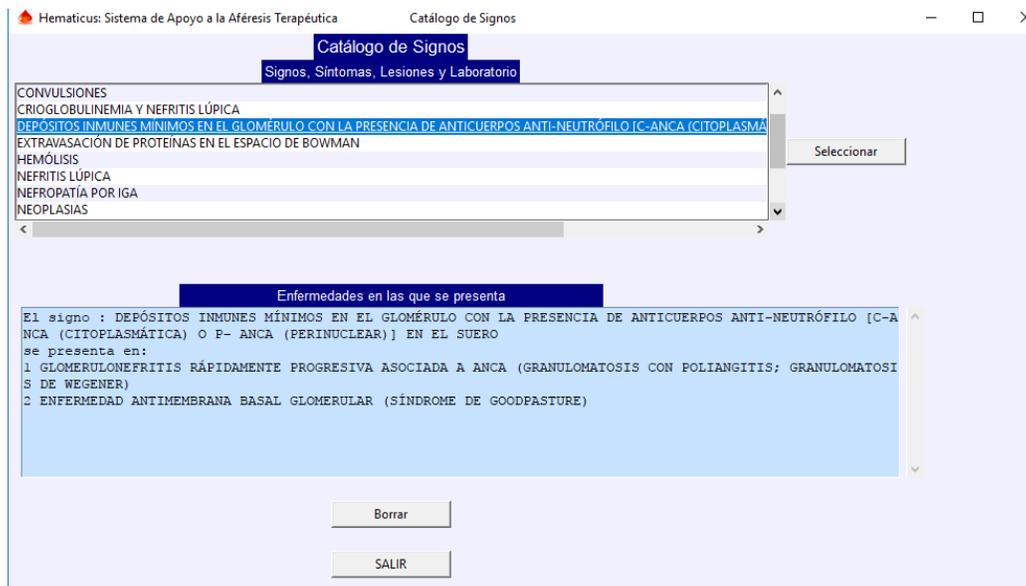


Figura 2. Pantalla de Catálogo de Signos del Sistema Hematicus

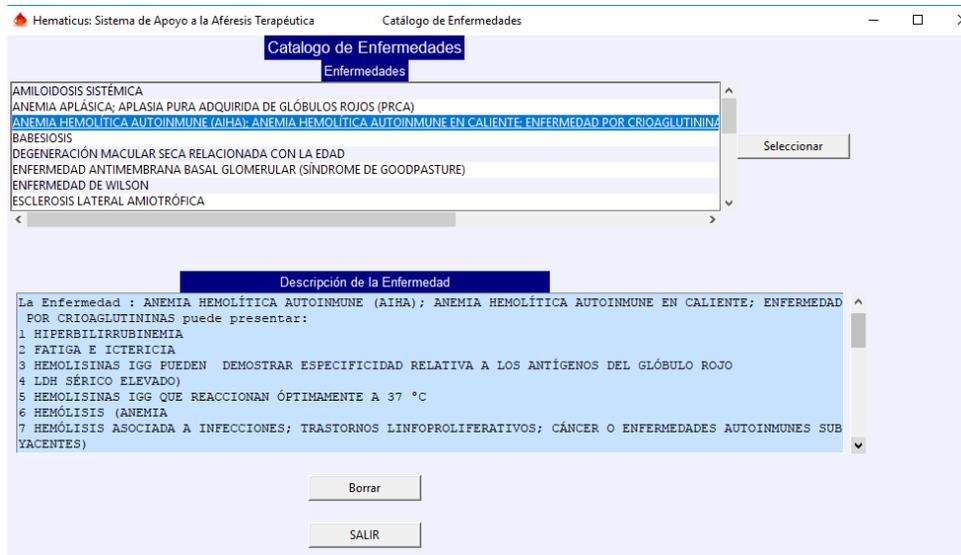


Figura 3. Pantalla de Catálogo de Enfermedades del Sistema Hematicus

Debido a esto, el Sistema Hematicus supera ampliamente las expectativas de uso esperadas, aportando además algunos elementos para el diagnóstico médico que no se encuentran en las Guías ASFA, como son que al introducir una historia clínica el sistema indica: si se introdujeron signos patognomónicos, proporciona los diagnósticos posibles, los diagnósticos presuntivos y el o los diagnósticos finales, los signos clínicos que no debe presentar la enfermedad diagnosticada, un análisis de consistencia lógica de la historia clínica y un umbral de evidencia diagnóstica. Hasta ahora no existe en el mercado nacional o internacional un software de su tipo para aféresis terapéutica o de consulta de las guías ASFA y no se tiene información de que se esté trabajando en él.

Resultados financieros:

La aféresis terapéutica es un área médica relativamente nueva y su prescripción está todavía en desarrollo continuo. Su costo en México fluctúa entre setenta y cinco mil y cien mil pesos, lo que genera gastos fuera de las posibilidades en la mayoría de las familias de los pacientes. Por ello se crearon las Guías ASFA con las recomendaciones de su uso en enfermedades específicas en las cuales se ha probado y demostrado su efectividad. Más que resultados financieros por el licenciamiento del software Hematicus, su valor radica en proporcionar a los médicos evidencia para decidir si un paciente requiere o no la aféresis terapéutica, evitando así un gasto innecesario o en caso de sí requerirla, que ese gasto se refleje en la mejoría de la salud, evite o reduzca secuelas o quizás salvarle la vida.

Si se considera que en México, en hospitales de tercer nivel de atención médica, con 400 camas censables, se realizan aproximadamente 300 aféresis terapéuticas por año, el gasto anual por aféresis terapéutica es aproximadamente de entre 22 y 30 millones de pesos anuales por cada unidad hospitalaria de estas características. El costo de no hacer el procedimiento aferético cuando sí lo requieren los pacientes, puede reflejarse en hospitalizaciones de pacientes, que en ocasiones requieren ventilación, o ingresos en terapia intensiva, y tienen estancias hospitalarias muy prolongadas, de hasta un año, lo que genera

gastos aún más elevados para las instituciones (públicas o privadas) y empresas aseguradoras o familias que tienen que sostener este gasto.

Perspectivas de futuro

La metodología propia desarrollada en el sistema Hematicus, ha demostrado ser útil cuando el problema a resolver sea de reconocimiento de patrones, ya que ha permitido iniciar el desarrollo de otros proyectos como un sistema de diagnóstico veterinario de enfermedades de las aves (Munguía 1995) y un chatbot (2017) en proceso de desarrollo. También se tiene proyectado trabajar con otras guías clínicas de diagnóstico médico que así lo permitan y cuyo impacto social, incida en salvar vidas y en la efectividad de gastos en salud.

El desarrollo del sistema informático Hematicus, está basado en el conjunto de algoritmos y tratamiento de información expuestos en una tesis de Maestría hecha en México. Esta metodología requirió de una inferencia clínica aplicable en la aféresis terapéutica por lo que puede ser considerarla una nueva tecnología.

4. CONCLUSIONES

Dentro del entorno organizacional para el desarrollo del sistema, se cuenta con un equipo interdisciplinario de personal altamente especializado y con amplia experiencia en medicina transfusional, aféresis terapéutica, informática médica e inteligencia artificial. Como insumo primario se cuenta con las guías sobre el uso de la aféresis terapéutica en la práctica clínica (Guías ASFA) y la experiencia de los casos clínicos analizados.

El portafolio de evidencias actual del sistema incluye:

- 1) El catálogo de enfermedades reportadas en las guías ASFA y sus síntomas
- 2) El Catálogo de signos síntomas y lesiones patognomónicos y que enfermedades los producen,
- 3) El Catálogo de signos síntomas y lesiones, y que enfermedades los producen,
- 4) Un módulo generador de hipótesis diagnósticas que muestra las recomendaciones para el empleo de la aféresis terapéutica y
- 5) Un módulo de apoyo diagnóstico.

5. REFERENCIAS

- [1] Ammtac. <http://ammtac.org/>. 2017.
<http://ammtac.org/espanol/page.asp?Accion=VerRegistro&fkPage=463&NombreABC=&BuscarfkPromocion=&BuscarEsNovedad=&BuscarEsRecomendacion=&Keywords=&NoPagina=> (último acceso: 01 de 01 de 2017).
- [2] Schwartz, J. Padmanabhan, A Aquí, N. [Guidelines on the Use of Therapeutic Apheresis], *Journal of Clinical Apheresis* 31, 149-162 (2016).
- [3] Munguía, A. [Motor de Inferencia para Diagnóstico Médico Clínico (Tesis de Maestría)]. Ciudad de México: Fundación Arturo Rosenblueth A.C., (1995).

- [4] Russel, S. Norvig, P. [Artificial Intelligence: A Modern Approach]. Londres: Pearson, (2010).
- [5] Andrew, W. Copsey, K. [Statistical Pattern Recognition]. Nueva York: Willey, (2011).