

Clinical importance of protein electrophoresis in the diagnosis of autoimmune diseases

Importancia clínica de la electroforesis de proteínas en el diagnóstico de enfermedades autoinmunes

Autores:

Lcdo. Mina-Ortiz, Jhon Bryan, A.B.D.L
UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ
Magister en Análisis Biológico y Diagnostico de Laboratorio
Licenciado en Laboratorio Clínico
Carrera de Laboratorio Clínico, Facultad Ciencias de la Salud
Jipijapa - Ecuador


jhon.mina@unesum.edu.ec
 <https://orcid.org/0000-0002-3455-2503>

Soledispa-Pincay, Mara Andreina
UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ
Estudiante de la carrera de Laboratorio Clínico
Jipijapa – Ecuador


soledispa-mara4692@unesum.edu.ec
 <https://orcid.org/0009-0004-3506-7384>

Valdez-Artes, Jhon Jairo
UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ
Estudiante de la carrera de Laboratorio Clínico
Jipijapa – Ecuador


valdez-jhon5687@unesum.edu.ec
 <https://orcid.org/0009-0005-9202-0280>

Fechas de recepción: 12-FEB-2024 aceptación: 15-MAR-2024 publicación:15-MAR-2024

 <https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>
<http://mqrinvestigiar.com/>



Resumen

La electroforesis es una técnica que consiste en el uso del movimiento de proteínas en un intervalo de tiempo gracias a la producción de un campo eléctrico. Esta técnica fundamentada en la variabilidad de las propiedades eléctricas y el peso molecular de los prótidos, brinda a los profesionales de la salud una visión más detallada sobre la composición de las proteínas del paciente. El objetivo del estudio fue determinar la importancia clínica de la electroforesis de proteínas en el diagnóstico de enfermedades autoinmunes. Se utilizó un diseño documental de tipo descriptivo, así mismo, se utilizó el método cualitativo, mismo que se centra en una revisión sistemática de información. Los artículos fueron obtenidos de las bases de datos Google Scholar, Dialnet, Elsevier y Scielo. Los resultados mostraron que las proteínas con mayor prevalencia en relación con enfermedades autoinmunes son la Tiroglobulina, el Colágeno y la Inmunoglobulina A. Se evidenció, que la principal ventaja de la electroforesis es su accesibilidad y su capacidad para poder contribuir con el diagnóstico de enfermedades autoinmunes; el tipo de electroforesis más utilizado es la electroforesis de proteínas séricas. Los hallazgos presentados destacan la importancia de la investigación continua en la identificación de biomarcadores, lo que puede conducir a avances significativos en la comprensión y el manejo de las enfermedades autoinmunes.

Palabras clave: Suero sanguíneo; campo eléctrico; plasma; macromoléculas; patrones electroforéticos



Abstract

Electrophoresis is a technique that consists of taking advantage of the movement of proteins in a time interval thanks to the production of an electric field. This technique, based on the variability of electrical properties and molecular weight of proteins, provides healthcare professionals with a more detailed view of the patient's protein composition. The objective of the study was to determine the clinical importance of protein electrophoresis in the diagnosis of autoimmune diseases. A descriptive documentary design was used, likewise, the qualitative method was used, which focuses on the systematic review of information. The articles were obtained from the Google Scholar, Dialnet, Elsevier and Scielo databases. The results showed that the proteins with the highest prevalence in relation to autoimmune diseases are Thyroglobulin, Collagen and Immunoglobulin A. It was evident that the main advantage of electrophoresis is its accessibility and its ability to contribute to the diagnosis of autoimmune diseases; the most commonly used type of electrophoresis is serum protein electrophoresis. The findings presented highlight the importance of continued research in the identification of biomarkers, which can lead to significant advances in the understanding and treatment of autoimmune diseases.

Keywords: Blood serum; electric field; plasma; macromolecules; electrophoretic patterns



Introducción

La electroforesis es una técnica que consiste en el uso del movimiento de proteínas en un intervalo de tiempo, gracias a la producción de un campo eléctrico. En el suero humano se han identificado más de 120 proteínas con un amplio rango de heterogeneidad, estas macromoléculas, se caracterizan por poseer cargas eléctricas variadas y al momento de entrar en contacto con un campo eléctrico, sus partículas se movilizarán tomando en cuenta el peso molecular y la carga. Esta técnica, fundamentada en la variabilidad de las propiedades eléctricas y el peso molecular de los prótidos, brinda a los profesionales de la salud una visión más detallada sobre la composición de las proteínas del paciente para de esta manera, poder contribuir con un diagnóstico más acertado. (1).

A nivel mundial, la técnica más utilizada por los laboratorios es la electroforesis en gel de poliacrilamida con duodecil sulfato de sodio(SDS), y esta se emplea para identificar la presencia de proteínas anómalas, analizar si existe aumento o disminución de los distintos grupos proteicos o descubrir si los polipéptidos normales son escasos, pues, de esta manera, las alteraciones identificadas a través de este procedimiento proporcionan una base sólida para orientar diagnósticos de manera más razonada y oportuna (2).

A nivel de Latinoamérica, países como México, Brasil, Cuba y Argentina han empleado la electroforesis de proteínas en prácticas clínicas, debido a qué, el estudio de las proteínas plasmáticas puede proveer información que refleje diversos estados de enfermedad en distintos órganos o sistemas.

En Colombia, la electroforesis se destaca como la técnica principal, permitiendo tamizar y detectar posibles desequilibrios proteicos en una variedad de enfermedades; por el lado de México, el enfoque se centra en las proteínas plasmáticas, utilizando la electroforesis para separar albúminas y globulinas y así poder diagnosticar enfermedades autoinmunes como por ejemplo anemia, diabetes, lupus, entre otras (3).

A nivel nacional, la electroforesis de proteínas ha sido empleada para el diagnóstico de disproteinemias, es decir, un grupo de enfermedades caracterizadas por la expansión clonal de células plasmáticas que producen un único tipo de cadena ligera y/o pesada (componente monoclonal) en cantidades excesivas; en estos estudios realizados a pacientes pertenecientes a Ecuador, los resultados electroforéticos en mayor proporción fueron anormales. (4).

El propósito de la investigación fue determinar la importancia clínica de la electroforesis de proteínas en el diagnóstico de enfermedades autoinmunes, con el fin de ofrecer una comprensión más completa de su utilidad en la identificación y manejo de estas enfermedades.



Se busca identificar proteínas asociadas con enfermedades autoinmunes, asimismo, describir las ventajas y desventajas de esta técnica en la práctica clínica, y compararla con otras herramientas diagnósticas. Por lo antes expuesto surge la siguiente interrogante: ¿Cuál es el papel de la electroforesis de proteínas en el diagnóstico diferencial de enfermedades autoinmunes?

Desarrollo

Electroforesis

Es una técnica que consiste en disgregar ácidos nucleicos o proteínas tomando en consideración su movilidad sobre una superficie permeable en un campo eléctrico; la composición de dicha superficie o también llamada matriz porosa, dependerá de las características de las moléculas a analizar.

Tipos de electroforesis

Electroforesis de proteínas en gel de poliacrilamida

También llamada electroforesis vertical; es una de las técnicas más utilizadas para el análisis de los polipéptidos.

Esta técnica se encarga de la separación de partículas cuando estas entran en contacto con un campo cargado eléctricamente. La electroforesis se realiza sobre un soporte inerte, generalmente un gel de poliacrilamida.

Electroforesis de proteínas en gel de agarosa.

También llamada electroforesis horizontal; es una técnica que generalmente es utilizada para separar grandes moléculas como los ácidos nucleicos; estas biomoléculas, están formadas por grupos fosfatos, los cuales, les atribuyen cargas negativas, y es por esta razón que se opta por emplear este tipo de electroforesis. (5)

Electroforesis de proteínas.

Las proteínas son las moléculas orgánicas más abundantes en las células. Se diferencian en forma, tamaño y funciones biológicas. También están formados por unidades llamadas aminoácidos. Son importantes porque cumplen diferentes funciones en el organismo. (regulatorio, estructural, de transporte, inmunológico, conservador, contráctil y catalítico) (6).

La electroforesis de proteínas permite la visualización de varios patrones electroforéticos que revelan el estado fisiopatológico de un individuo. Es una técnica común para separar proteínas para su purificación, caracterización y análisis de expresión. En este enfoque, las moléculas de proteína cargadas son transportadas a través del gel mediante un campo eléctrico y su movilidad depende de su tamaño, forma y carga.



Cuando una mezcla de moléculas ionizadas se coloca en un campo eléctrico, estas moléculas experimentan una atracción hacia el polo con carga opuesta, y por lo tanto algunas se mueven hacia el cátodo (polo negativo) y otras hacia el ánodo (polo positivo). Debido a su naturaleza anfófila, la carga de las proteínas depende del pH del medio. La muestra debe colocarse sobre un sustrato de soporte para evitar interferencias mecánicas durante la separación.

El soporte idóneo es un gel semisólido o gelatinoso, compuesto por polímeros que forman una especie de malla o microporos tridimensionales a través de los cuales avanzan las moléculas, según el peso molecular, lo que permite la separación por tamaño de los diferentes componentes de la muestra. Los gels pueden ser de agarosa o poliacrilamida.

En la electroforesis de proteínas se pueden utilizar matrices de poliacrilamida y agarosa. Estas matrices actúan como un tamiz, permitiendo que las proteínas pequeñas se muevan más rápido que las más grandes. La agarosa tiene poros grandes y puede usarse para separar proteínas con un radio superior a 5 a 10 nm, como complejos proteicos grandes. La poliacrilamida tiene un tamaño de poro más pequeño, puede separar proteínas de 5kDa a 2000 kDa y se usa más comúnmente en electroforesis de proteínas. (7).

Con la electroforesis de proteínas, las albúminas y globulinas (proteínas totales) pueden separarse en cinco grupos más pequeños (fracciones):

Cada uno de estos cinco grupos de proteínas se mueve a una velocidad diferente en un campo eléctrico y juntos forman un patrón específico. Este patrón ayuda a identificar algunas enfermedades (8).

Enfermedades autoinmunes

Una enfermedad autoinmune es una enfermedad en la que el sistema inmunológico ataca accidentalmente al cuerpo. La principal función del sistema de defensa, es proteger al organismo de agentes patógenos como virus, bacterias y otros microorganismos que puedan provocar complicaciones en la salud. Cuando las células blancas detectan a estos patógenos, emiten señales para que otras células se movilicen al lugar y logren combatirlos. Normalmente, el sistema inmunológico es capaz de distinguir las células extrañas de las propias. (9).

Cuando un individuo padece una enfermedad autoinmune, su sistema inmunológico es incapaz de reconocer las células sanas y se encarga de producir proteínas que las destruyan.

Este tipo de enfermedades pueden afectar tanto a una parte del cuerpo en específico o por el contrario afectar a todo el organismo; por ejemplo, en el caso de la DM1 se ve afectado el órgano productor de insulina (páncreas), mientras que en el LES se ve perjudicado el cuerpo en su totalidad. (10).



Por lo general, su sistema inmunitario protege a su cuerpo frente a enfermedades atacando las sustancias (como las bacterias o virus) que son peligrosas o no saludables.

En las enfermedades autoinmunitarias, su sistema inmunológico confunde partes sanas de su cuerpo con una sustancia atacante.

Entonces, su sistema inmunológico ataca a sus propias células o tejidos sanos como si fueran algo que le enfermara.

Este proceso causa los síntomas de una enfermedad autoinmunitaria.

Algunas personas tienen un mayor riesgo de desarrollar una enfermedad autoinmune porque la enfermedad es hereditaria (es decir, es hereditaria). Las mujeres padecen enfermedades autoinmunes con más frecuencia que los hombres.

Tipos de enfermedades

Lupus eritematoso sistémico (lupus): Se trata de una enfermedad que afecta a los tejidos sanos, provocando complicaciones en diferentes órganos del cuerpo.

Enfermedad de Addison: En esta patología, se ven afectadas las glándulas suprarrenales, mismas que están encargadas de la producción de varias hormonas, y como el sistema inmunológico impide que esta acción se realice con normalidad, pueden aparecer niveles bajos de presión arterial, deshidratación, evacuaciones acuosas, altas temperaturas, etc.

Diabetes Mellitus tipo 1: En esta patología, el sistema inmunológico ataca las células encargadas de la producción de insulina ocasionando que el páncreas no realice sus funciones con normalidad.

Artritis reumatoide: En la AR, el sistema de defensa ataca directamente las diferentes articulaciones del cuerpo humano, trayendo consigo consecuencias como dolor, inflexibilidad, entre otras.

Enfermedad de Graves: Esta enfermedad se caracteriza por la producción excesiva de hormonas segregadas por la glándula Tiroides, va de la mano con un mal funcionamiento del sistema inmunitario, y puede provocar pérdida de peso, problemas nerviosos, musculares, cardíacos, entre otros.

Síndrome de Sjögren: En este trastorno, la escasa capacidad del sistema inmunitario para identificar las células sanas, provoca que por error sean atacadas las glándulas encargadas de la producción de las lágrimas ocasionando resequedad a nivel del órgano de la visión.



Psoriasis: Las células sanas son destruidas por el sistema inmunitario, ocasionando problemas cutáneos como presencia de escamas, enrojecimiento, picazón, etc.

Esclerosis múltiple: En esta enfermedad, se ve afectado el sistema nervioso central, pues las células blancas no logran reconocer a las células sanas y las destruyen, ocasionando nuevas complicaciones como problemas de visión, problemas para caminar, mantener el equilibrio, etc.

Tiroiditis de Hashimoto: En enfermedad, el sistema inmunológico ataca a la glándula tiroides provocando un funcionamiento deficiente de la misma y aumentando el riesgo de padecer hipotiroidismo.(11)

Material y métodos

Diseño y tipo de estudio

El presente estudio fue de tipo documental y adopta un enfoque descriptivo, así mismo, se hace uso del método cualitativo, mismo que se centra en una revisión sistemática de información utilizando como técnicas principales la lectura crítica, y la recopilación de datos de artículos originales y libros, con el objetivo de profundizar conocimientos con respecto al tema en cuestión.

Criterios de elegibilidad

Criterio de inclusión: Se incluyeron fuentes de investigaciones primarias, y secundarias como artículos originales en inglés y español que contengan información actualizada, es decir dentro de los últimos 4 años.

Criterio de exclusión: No se tomaron en consideración artículos en revisión, tesis, investigaciones poco fundamentadas y estudios realizados antes del año 2019.

Estrategias de búsqueda.

El presente estudio, se basará en la recolección de datos de fuentes confiables, es decir investigaciones y artículos científicos y publicados durante los 5 últimos años, desde el 2019-2023 en de las distintas bases de datos como Google scholar, Dialnet, Elsevier, Scielo etc. La estrategia de búsqueda, se apoyó con el uso de palabras claves, entre las cuales se engloban: “electroforesis”, “proteínas”, “enfermedades autoinmunes”, “importancia clínica”, “diagnóstico”.

Selección de estudio.



Posterior a la búsqueda de información, se realizó una lectura crítica con el fin de tomar en cuenta la información más útil y relevante para el tema de estudio, siempre en base a las palabras claves.

Consideraciones éticas.

El presente estudio, respeta firmemente los derechos de autor mediante la realización correcta de las citas y el manejo de la información con normas Vancouver.

Tabla 1. Identificar proteínas relacionadas a enfermedades autoinmunes.

Autores	Año de publicación.	Pais.	Tipo de estudio.	Muestra.	Proteínas.	Enfermedades autoinmunes.
----------------	----------------------------	--------------	-------------------------	-----------------	-------------------	----------------------------------





Rodríguez Abdón; Pérez Jesús (12).	2019	Cuba	Estudio de campo.	de Muestra de suero sanguíneo.	Tiroglobulina.	Hashimoto.
Ramírez Lyna; et al (13).	2019	Colombia.	Estudio de campo.	de Muestra de sangre periférica.	Colágeno.	lupus eritematoso sistémico (LES).
Ferreira Silva et al. (14).	2019	Paraguay.	Estudio de campo.	de Muestra de sangre periférica venosa.	Inmunoglobulina A.	Enfermedad celiaca.
Capote Araceli; et al (15).	2019	Cuba.	estudio observacional	Muestra de sangre periférica.	Proteína PAD4 (peptidilarginina deiminasa 4)	Artritis Reumatoides.
Tirado Irina; Torres Helga; Zarate Andrea (16).	2019	México	Estudio de campo.	de Muestra de sangre periférica.	Mioglobina.	Miositis
Medeiros Mara; et al (17).	2019	Brasil.	investigación no-probabilística y transversal	Muestra de suero sanguíneo.	Anticuerpos anti-desmogleína.	Pénfigo.
Arbeláez Nicolás; et al (18).	2020	Colombia.	Estudio de campo.	de Muestra de heces.	Calprotectina fecal. Albúmina.	Colitis Ulcerativa.
Calderón Gabriel; Cordero Mauricio (19).	2020	Costa Rica.	estudio observacional.	Muestra de sangre periférica venosa	Fosfolípidos (anticuerpos anticardiopina).	síndrome antifosfolípido.
Juan de Leon; Camila Hurtado; Juan	2020	México	estudio observacional,	Muestra de sangre periférica.	Factor de necrosis tumoral alfa (TNF-alfa)	enfermedad inflamatoria intestinal (EII).



Yamamoto (20).			retrospectivo.			
Carvajal Linette; et al (21).	2021	Costa Rica.	Estudio de campo	Muestra de suero sanguíneo	Fosfolípidos (glutámico descarboxilasa).	diabetes tipo 1.
Puello Antonio; Cataño Andrea (22).	2021	Chile.	estudio de cohorte concurrente.	Muestra de suero sanguíneo.	Proteína C reactiva.	artritis reumatoide y el lupus.
Hernández Raymundo; et al (23).	2022	México	estudio retrospectivo.	Muestra de sangre periférica venosa.	Fibronectina asociada.	esclerosis sistémica.
Molina Edna; et al (24).	2022	México	Estudio de campo.	Muestra de suero sanguíneo.	Proteína citrulinada cíclica (CCP).	artritis reumatoide.
Ruíz Rodríguez María (25).	2023	México	Estudio descriptivo transversal de tipo retrospectivo.	Muestra de anticuerpos anti-transglutaminasa.	Anticuerpos anti-transglutaminasa.	enfermedad celíaca.
Liñán Freddy; et al (26).	2023	Perú	Estudio de campo.	muestra de sangre periférica o saliva.	Proteína C reactiva (PCR). Proteína Ro (SS-A) y La (SS-B).	Lupus eritematoso sistémico (LES)

Análisis: Según los datos presentados en la Tabla 1, se puede observar que ciertas proteínas presentan una mayor prevalencia en relación con enfermedades autoinmunes. Entre ellas nos encontramos con la Tiroglobulina, el Colágeno y la Inmunoglobulina A, destacan



significativamente en esta presente tabla. Estas proteínas se encuentran estrechamente vinculadas a diversas enfermedades autoinmunes, como es el caso de la Enfermedad de Hashimoto, Lupus Eritematoso Sistémico (LES), Enfermedad Celiaca, Artritis Reumatoide y Miositis.

En contraste, se identificaron proteínas con menor frecuencia, como la Mioglobina, Calprotectina fecal, Albúmina y la Proteína PAD4 (peptidilarginina deiminasa 4). Estas últimas están asociadas con enfermedades autoinmunes específicas, tales como la Artritis Reumatoide.

Tabla 2. Describir ventajas y desventajas de electroforesis de proteínas en el diagnóstico de enfermedades autoinmunes.

Autores.	Año de publicación.	País	Tipo de estudio	de Muestra	Ventajas.	Desventajas.
Liu Hui; Wang; et al. (27)	2019	China	Estudio de caso,	de 1	Aporta con la determinación del diagnóstico.	Necesidad de otras técnicas para confirmación.
Abdulhussein Zamin; et al. (28)	2020	Irak	Retrospectivo.	40	Medición de valores proteicos.	Posible daño a muestras biológicas sensibles durante el proceso.
Jorge C , Germán L , Ivon H. (29)	2020	Ecuador	Estudio de caso	de 1	Capacidad para separar y visualizar patrones específicos de proteínas.	Se requirieren de estudios adicionales para determinar el diagnóstico.
Lasdenis Justo; et al. (30)	2020	Cuba	Descriptivo	18	Método poco invasivo.	No mide niveles cuantitativos exactos de ciertas sustancias.
Velez Diego, et al. (31)	2021	Ecuador	Retrospectivo	629	Proporciona información valiosa para la evaluación y diagnóstico de los pacientes.	Se requiere un enfoque combinado para obtener una evaluación más completa.
Diaz Cecilia, et al. (32)	2021	Colombia	Estudio de caso	de 1	Contribuye con el diagnóstico y seguimiento de enfermedades autoinmunes.	Una mala técnica puede provocar que se obtengan resultados erróneos.





Kenny Cárdenas, et al. (33)	2022	Colombia	Estudio de caso	1	Ayuda a determinar la causa subyacente de ciertas enfermedades.	Implica posibles costos adicionales.
Josanne Soto; et al.. (34)	2022	Cuba	Retrospectivo.	43	Se trata de una técnica poco invasiva.	Los resultados no siempre son exactos (95 %); puede existir cierto margen de error.
Barros Mariana; et al. (35)	2022	Brasil	Estudio de caso	1	Es una técnica económica y altamente accesible.	Para ciertas enfermedades, se requieren enfoques diagnósticos más amplios.
Martínez Lina; et al(36)	2022	Colombia	Retrospectivo.	35	Se trata de una técnica relativamente rápida y eficiente.	No es un procedimiento de primera elección.
Reyes Yudania; et al. (37)	2022	Cuba	Diagnóstico y observacional.	43	Proporciona intervalos de resultados confiables.	Puede no ser sensible a ciertos biomarcadores.
Choy Kay; et al. (38)	2022	Australia	Retrospectivo.	2730	Se puede utilizar para detectar problemas de salud.	En ocasiones, es necesario repetir la prueba para corroborar los resultados.
Eliana R, et al (39)	2022	Cuba	Estudio de caso	2	Diagnóstico completo y preciso para una atención personalizada.	Para abordar casos complejos, sería necesario recurrir a técnicas más especializadas y específicas.
Hafedh Ali, et al . (40)	2023	Irak	Retrospectivo.	50	Permite tener información sobre el estado de salud de los pacientes.	Al emplear esta técnica y al mismo tiempo utilizar gel de agarosa, la capacidad de resolución disminuye.
García Alan; et al.. (41)	2023	México	Retrospectivo	8	Ayuda a administrar agentes terapéuticos de manera controlada.	Complejidad de historias clínicas.

Análisis: La revisión de diversos estudios sobre la aplicación de la electroforesis en el diagnóstico de enfermedades autoinmunes revela un panorama amplio y variado. Investigadores de diferentes



partes del mundo han explorado esta técnica en estudios retrospectivos, descriptivos y observacionales, destacando su utilidad en el diagnóstico de condiciones como Lupus Eritematoso Sistémico, gammapatías monoclonales, enfermedades renales y celíacas.

La principal ventaja de la electroforesis es su carácter poco invasivo y accesible, lo que contribuye a la detección de ciertas enfermedades autoinmunes y facilita el tratamiento de los pacientes. Sin embargo, la principal desventaja, según la mayoría de los autores, es que la electroforesis no se utiliza como único procedimiento, sino que necesita ser combinada con otras técnicas para obtener resultados más confiables y precisos.



Tabla 3. Comparar electroforesis de proteínas y otras técnicas diagnósticas de enfermedades autoinmune.

Autores	Año de publicación	País	Tipo de estudio	Tipos de electroforesis	Otras técnicas	Enfermedades autoinmunes
Urquizo Guillermo; et al (42)	2019	Madrid	Retrospectivo	Electroforesis de proteínas plasmáticas, amiloide y la procalcitonina	Proteína reactiva de alta sensibilidad, Ferritina, Procalcitonina, Interleucina-6	Enfermedad renal y lupus eritematoso sistémico.
Mora Jennifer. (43)	2019	Ecuador	Transversal	Electroforesis de proteína c-proteína s	Doppler ultrasónico, Angiografía por tomografía o por resonancia magnética.	Vasculitis cutánea.
Martín Lorena; et al. (44)	2019	España	Transversal	Electroforesis de proteína de la mielina	Inmunofluorescencia indirecta, Ensayo de inmunoprecipitación y fijación de complemento	Neuropatía motora multifocal
Valenzuela Carolina, et al. (45)	2019	Chile	Transversal, retrospectivo	Electroforesis de proteínas séricas	Identificación de patrones de bandas, Confirmación de bandas anormales, Interpretación clínica.	Lupus eritematoso sistémico y artritis reumatoide
Marugan J; et al. (46)	2020	España	Analítico	Electroforesis de lipoproteínas	Pruebas de función hepática Ultrasonografía abdominal Elastografía.	Artritis reumatoide, LES, enfermedad de Crohn, enfermedad celíaca, diabetes tipo 1



Benítez Lasdenis, et al. (47)	2020	Cuba	Descriptivo, retrospectivo de corte transversal	Electroforesis de proteína monoclonal	Inmunofijación de proteínas séricas y urinarias, Citometría de flujo.	AR, LES, esclerosis múltiple y enfermedad de crohn
Reisin Ricardo, et al. (48)	2020	Argentina	Descriptivo	Electroforesis de proteína monoclonal	Western Blot, Inmunofluorescencia,	Síndrome de guillain-barré, neuropatía motora con bloqueo multifocal.
Guerra Gabriela, et al(49)	2020	Bolivia	Caso control	Electroforesis de proteínas séricas	Estudios de expresión génica	Lupus eritematoso sistémico.
Zubicaray Salegui, j. Sevilla navarro (50)	2021	Madrid	Transversal	Electroforesis de proteínas integrales y estructurales.	Biopsia de médula ósea, Pruebas genéticas.	Anemia hemolítica
Sánchez Mateo; et al. (51)	2021	España	Transversal	Electroforesis de proteínas séricas	Biopsia de piel, Tratamientos biológicos	Pioderma gangrenoso (pg)



Gemm Recio, et al. (52)	2021	Estados unidos	Tránsversal	Electroforesis de proteínas séricas	PCR, Secuenciación genómica	Vasculitis, glomerulonefritis, artritis, púrpura
Arteaga Diego; et al. (53)	2021.	Ecuador.	Retrospectivo, longitudinal y descriptivo	Electroforesis de proteínas séricas	Inmunofijación, Western blotting y Cromatografía	Lupus eritematoso sistémico y leishmaniasis cutánea
Morales miguel, et al. (54)	2022	Cuba	Descriptivo, longitudinal, prospectivo.	Electroforesis de proteínas enzimáticas y proteínas séricas	Electroforesis de hemoglobina, Cromatografía líquida de alta resolución.	Anemia hemolítica
Reyes yudini, et al. (55)	2022		Retrospectivo	Electroforesis de proteínas sanguíneas	Inmunofijación, Citometría de flujo, Biopsia de médula ósea y otros.	Mieloma múltiple
Cecilia José, et al (56)	2022	México	Descriptivo, transversal.	Electroforesis de proteínas del sars-cov 2.	Estudios de coagulación, Análisis serológico por SARS-CoV-2	Anemia hemolítica

Análisis: Podemos deducir que existe un tipo de electroforesis específico que es el que más se exhibe en la bibliografía mencionada, lo cual también debe conocer que existen diferentes tipos de técnicas que se presentan con mucha frecuencia, al igual que las enfermedades autoinmunes que pueden llegar a darse en el mismo.

Según los datos recolectados, El principal tipo de electroforesis es el de proteínas séricas, sin embargo, se manifiesta que existen diferentes tipos de técnicas tales como: Ferritina, Procalcitonina, Interleucina-6 (IL-6), Pruebas de función hepática (PFH) y Ultrasonografía abdominal, De manera que un tipo de las técnicas más recurrentes que se presentan es la de Western



blotting, Biopsia de médula ósea, sin mencionar las otras técnicas que se pueden dar a conocer. Por consiguiente, las enfermedades autoinmunes más frecuente que se manifiestan son: Lupus eritematoso sistémico y la artritis reumatoide.

Discusión

Las enfermedades autoinmunes representan un desafío médico significativo, con el sistema inmunológico atacando los propios tejidos del cuerpo. La identificación de proteínas asociadas con estas enfermedades es crucial para entender su desarrollo y encontrar tratamientos efectivos, exploraremos la importancia de identificar proteínas relacionadas con enfermedades autoinmunes, analizaremos las ventajas y desventajas de la electroforesis de proteínas en el diagnóstico clínico, y compararemos esta técnica con otras utilizadas en este campo.

Se puede resaltar la relevancia de ciertas proteínas como marcadores clínicos en distintos trastornos autoinmunes como el colágeno y la proteína citrulinada cíclica (CCP) respectivamente, asociada al lupus eritematoso sistémico (LES) y la artritis reumatoide ; información que concuerda con el estudio realizado por Defendi, F y col (57) donde se expresa que ciertas proteínas pueden jugar un papel importante como biomarcadores en la detección y diagnóstico de diversas enfermedades autoinmunes, independientemente del tipo de estudio realizado.

Sin embargo, existen diferencias en los tipos de proteínas identificadas y las enfermedades autoinmunes asociadas en cada estudio. Por ejemplo, en el estudio de Tomohiro Koga. (58), se identificó la proteína CaMK4 en las células T, en el estudio de Juan A. y col, (59) se encontró el factor de necrosis tumoral alfa asociado con enfermedad inflamatoria intestinal. Estas diferencias resaltan la complejidad de las enfermedades autoinmunes y la diversidad de proteínas implicadas en su patogénesis, lo que sugiere la necesidad de enfoques individualizados en el diagnóstico y tratamiento de estas enfermedades.

Con respecto a las ventajas y desventajas de esta técnica; la electroforesis es una herramienta valiosa para la determinación del diagnóstico de enfermedades autoinmunes; opinión que concuerda con otros autores como es el caso del estudio realizado por Marcondes.M y col (60), donde se resalta la importancia de esta técnica en la obtención de información para la evaluación, diagnóstico y tratamiento eficaz en personas que padezcan enfermedades autoinmunes.

Por otro lado, varios autores, difieren en que la electroforesis de proteínas pueda ser empleada como único método de diagnóstico y es importante tener en cuenta la necesidad de confirmación con otras técnicas, tal como se menciona en el estudio de Hanshem.S y col (61), esta limitación subraya que la electroforesis, si bien puede proporcionar información inicial relevante, requiere validación adicional para garantizar la precisión y fiabilidad de los resultados diagnósticos.



En relación a la Comparación de electroforesis de proteínas y otras técnicas diagnósticas de enfermedades autoinmunes, existe una comparación entre la Inmunofluorescencia indirecta (IFI) y la Inmunofluorescencia (Western blot), información que concuerda con el estudio realizado por Plebani. M, (62) donde se expresa que la (IFI) es una técnica que detecta anticuerpos específicos en suero o líquidos biológicos, de manera que (Western blot) es una técnica que se utiliza para detectar proteínas específicas en una muestra biológica.

Los tipos de técnicas empleadas, entre las cuales se engloba la inmunofluorescencia indirecta (IFI) y la inmunofluorescencia (Western blot) son fundamentales para detectar anticuerpos específicos; de modo que, McMaster, M y col (63) afirman que la electroforesis de proteínas séricas seguida de inmunoelectroforesis (IEP) o electroforesis de inmunofijación (IFE) es integral para el reconocimiento, diagnóstico y seguimiento clínico de la WM, siendo la primordial para la identificación de las enfermedades autoinmunes que se presentan.

Conclusiones

La diversidad de proteínas asociadas con enfermedades autoinmunes, como la tiroglobulina en Hashimoto, el colágeno en lupus eritematoso sistémico y la proteína PAD4 en artritis reumatoide, subraya la complejidad de cada uno de los mecanismos inmunológicos involucrados. Este amplio espectro de proteínas resalta la heterogeneidad de estas enfermedades y la necesidad de abordajes específicos para su diagnóstico y su seguimiento. Los descubrimientos de proteínas relacionadas con enfermedades autoinmunes destacan una gran importancia para la identificación de biomarcadores, lo cual puede conducir a avances significativos para tener una mayor comprensión y el manejo de las enfermedades autoinmunes.

La electroforesis de proteínas ofrece ventajas notables en el diagnóstico de enfermedades autoinmunes, como la detección de cambios en el perfil proteico sérico, indicativos de estas enfermedades, y su relativa simplicidad, rapidez y costo efectividad en comparación con otros métodos diagnósticos. Sin embargo, es importante considerar sus limitaciones, como su falta de especificidad, ya que los cambios en el perfil proteico pueden ser causados por diversas condiciones médicas, y su sensibilidad variable según la enfermedad y su etapa, lo que podría afectar su utilidad en la detección temprana en algunos casos.

Con respecto a la comparación de proteínas séricas y plasmáticas, se establece que ambos tipos se encuentran presentes en la sangre, específicamente en el suero y el plasma. Técnicas como la inmunofijación, la inmunofluorescencia indirecta y la identificación de patrones de bandas, incluida la electroforesis, permiten un estudio del contenido proteico en la sangre, lo que concede



un análisis más específico y la obtención de un diagnóstico clínico relacionado a enfermedades autoinmunes.

Referencias bibliográficas

1. Maya GC. La electroforesis de proteínas: más que una prueba de laboratorio. Medicina & Laboratorio. 2016; 12(2).
2. Montalvo C, Lugo. M. Electroforesis: fundamentos, avances y aplicaciones. EPITEMUS. 2016;(2).
3. Osatinsky R DIGL. Incidencia de patente oligoclonal en población adulta aparentemente sana. Revista Mexicana de Patología Clínica y Medicina de Laboratorio. 2018; 51(2).
4. Vélez D, Fernández L, Zambrano J, Howland I. Electroforesis de proteínas séricas asociadas a disproteinemias en pacientes ecuatorianos. QHALIKAY. 2021; 5 (1).
5. electroforesis Qeleytd. Kapitalinteligente. [Online]; 2022. Acceso 10 de 01de 2024. Disponible en: <https://www.kapitalinteligente.es/que-es-la-electroforesis/>.
6. Terán M. Biología. En Terán M, editor. Biología. Quito : Santillana; 2020. p. 46; 47.
7. Maldonado A, Jorrín J. Electroforesis desnaturalizante en geles de poliacrilamida. [Online]. Disponible en: <https://www.uco.es/organiza/departamentos/bioquimica-biol-mol/pdfs/16%20ELECTROFORESIS%20GELES%20PAA.pdf>.
8. Mora DALdl, Rodríguez ASS. Electroforesis. Dialnet. 2018; 3(1).
9. A J, Nicole , A G, Iván.. Inmunopatogenia de las enfermedades autoinmunes. Revista Médica Clínica Las Condes. 2012.
10. Fernández L, Plaza A. Diadnostico y monitoerización de las enfermedades autoinmunes. primera ed. Elsevier , editor. Barcelona: DPK ; 2018.
11. Healthline. Enfermedades autoinmunes: Tipos, síntomas, causas y más. [Online]; 2019. Acceso 10 de 01de 2024. Disponible en: <https://www.healthline.com/health/es/enfermedades-autoinmunes#enfermedades-autoinmunes-comunes>.
12. ABDÓN PIRE RODRÍGUEZ JGP. Reporte de un caso de enfermedad de Hashimoto con falsa reacción serológica de sífilis. Posteriormente lupus eritematoso sistémico. Revista Cubana de Medicina. 2019; 3(5): p. 626-630.
13. Lyna Ramírez Campo AMLSLVGGACRSRMEG. Mucinosi papulonodular en el inicio de lupus eritematoso sistémico juvenil: asociación inusual. Revista Colombiana de Reumatología. 2019; 26(4): p. 282-286.



14. Silvia Ferreira MECJMDSSBMCVGPL. Niveles de IgA en adultos con enfermedad celíaca. SCIELO. 2019; 17(1).
15. Araceli Chico Capote FUSMEDTMRMLTHC. Riesgo cardiovascular en pacientes con artritis reumatoide. Revista Cubana de Acta Médica. 2019; 20(2): p. 3-8.
16. Irina Suley Tirado-Pérez HLTHLT. Dermatomiositis juvenil: ¿es un padecimiento frecuente en la edad pediátrica? Dermatología Revista Mexicana. 2016; 63(3): p. 313-320.
17. Medeiros Mara RMOCCSLCMLCJTA. Correlación entre anti-desmogleína y lesiones mucocutáneas en pacientes con pénfigo vulgar o foliaceo. REFACS. 2019; 1(1).
18. Arbeláez NZ, Vargas ECS, Coronado JCD. Colitis Ulcerativa. Dialnet. 2020; 34(3).
19. Gabriel Calderón Valverde MCA. Síndrome antifosfolípido Obstétrico. Revista Clínica HSJD. 2020; 10(2): p. 43-45.
20. J.L. de León-Rendón CHSyJKYF. Aspectos y consideraciones generales en la. REVISTA DE GAESTROENTEROLOGIA DE MEXICO. 2020; 85(3): p. 295-302.
21. Linette Carvajal Gómez JVCMROIPDJMVLMLCJ. Enfermedad celíaca y diabetes mellitus tipo 1: relación y diagnóstico. Instituto de Investigaciones en Salud (INISA). 2021; 26(3): p. 166-168.
22. Antonio C. Puello Ávila AECV. Utilidad de la proteína C-reactiva en la sepsis neonatal temprana. Revista chilena de infectología. 2021; 38(2).
23. Raymundo Hernández-Montes de Oca RMJOANMEM. Morfea inducida por radioterapia. Anales Médicos de la Asociación Médica del Centro Médico ABC. 2022; 67(1): p. 62-65.
24. Molina Romo Edna Delia VRALSRNLEEGMMDC. Determinación de Anticuerpos AntipéptidoCitrulinado como Forma de Detección Oportuna para Artritis Reumatoide en Mujeres de una Región de Sonora. Revistas Unision. 2022; 17(1): p. 3-6.
25. Ruíz Rodríguez M. Aplicación de los nuevos métodos diagnósticos de Enfermedad Celíaca en el Hospital Universitario de Guadalajara. Universidad de Alcalá. Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud. 2023; 1(1).
26. Liñañ Freddy LJMMLCSDGF. Infarto pulmonar cavitado en mujer con lupus eritematoso sistémico asociado a síndrome antifosfolípido. SCIELO PERU. 2023; 84(2).
27. Hui L, Guojin W, Jia S, Jing G, Shao , Rong F. Pseudo-monoclonal gammopathy due to autoimmune disease: a case report. Journal of International Medical Research. 2019; 48(2).



28. Zamin A, Izzat A, Ali AHH, Abbas. D. Serum Protein Electrophoresis in Iraqi Systemic lupus Erythematosus. Al-Nisour Journal for Medical Sciences. 2020; 2(1).
29. Cañarte J, Lapo G, Howland I, Quintero H, Ayala M, Sornoza D, et al. Enfermedad relacionada con IgG4. SERBILUZ. 2020.
30. Soler J, Rodriguez M, Hernandez L, Lopez E, Justo L. VALOR DIAGNÓSTICO DE LA ELECTROFORESIS DE PROTEÍNA. CIBAMANZ. 2020.
31. Velez D, Sosa L, Zambrano J, Howland I. Electroforesis de proteínas séricas asociadas a disproteinemias en pacientes ecuatorianos. QHALIKAY REVISTA DE CIENCIAS DE LA SALUD ISSN 2588-0608. 2021.
32. Diaz C, Camargo L, Alonso M. Neuromielitis óptica en asociación con artritis idiopática juvenil: reporte de caso. Revista Colombiana de Reumatología. 2021; 29.
33. Cardenas K, Morantes F, Lotero A. Enfermedad por aglutininas frías: proceso diagnóstico, tratamiento y seguimiento de un paciente. 2022.
34. Matos JS, Martín IC. Utilidad de la electroforesis de proteínas en orina para el diagnóstico de enfermedades renales en pacientes pediátricos. Infomed. 2022; 3(1).
35. Barros M, Cintia M, Newton K, Paula dO, Felipe A, Paulo C, et al. Are we forgetting to carry out serum protein electrophoresis as part of diagnosis workup? BioMed Central. 2022; 22(406).
36. Lina M, Manuela C, Mabel R, Daniela V. Caracterización de pacientes con betatalasemia en una institución de alta. Med Int Méx. 2022; 38(4).
37. Yudania R, Edisley Z, Angel A, Gloritz R, Alfonso A, Gerónimo. H. Valor diagnóstico de la electroforesis de proteínas y cadenas ligeras libres en suero en el mieloma múltiple. Gac. méd. espirit. 2022; 24(1).
38. Choy Kay AJ,CY,LT. Positive findings in repeated serum protein electrophoresis tests after an initial negative result in patients without prior history of plasma cell disorders: a pilot retrospective database study. Journal of Laboratory and precision medicine. 2022; 7(9).
39. Rodriguez E, Sarmiento D, Bernal A, Cano L, Usma A, Rivera L. Desde la pérdida de la fuerza hasta el compromiso sistémico: serie de casos del síndrome POEMS. Revista Cubana de Reumatología. 2022; Scielo(4).
40. Hamedh Ali TSIFBS. The association of interleukin-10 single nucleotide polymorphisms (rs1800871) and serum levels in Iraqi patients with celiac disease: A case-control study. Elsevier. 2023; 24.
41. García A, Serrano G, Sánchez D, García L. Amiloidosis de afectación cutánea. 2023.



42. Dr. Guillermo Urquiza Ayala DRACDPCY. Utilidad de los reactantes de fase aguda en el diagnostico clinico. 2019; 25(2).
43. Mora Ardila JPD. Vasculitis Livedoide. 2019; 30(3).
44. Lorena Martin Aguilar EPGLQ. Autoanticuerpos en neuropatia inflamatoria inmunomediada. 2019; 153(5).
45. Carolina Valenzuela ACGIMPS. Electroforesis de proteinas e inmunofijacion deproteinas (suero y orina). 2019; 10(533).
46. Marugan de MiguelSanz THAV. Aproximacion Diagnostica al paciente con enfermedad hepatica. 2020; 14(1).
47. Betinez L. Valor dioagnostico de ñla electroforesis de proteinas en el mioloma multiple. 2020; 15(4).
48. Ricardo R. Utilidad de la identificacion de anticuerpos en neuropatias perifericas, neuronopatias y ganglioneopatia. 2020; 12(2).
49. Gabriela Monrroy FT. Asociacion del polimorfismo genetico del locus HLA_G. 2020; 11(2).
50. Zubicaray Salegui SN. Anemias Hemolitica. 2021; 120(5).
51. Sanchez Mateo APSCMT. Protocolo diagnostico y tratamiento del Pioderma Gangrenoso. 2021; 13(32).
52. Comi G. Alto negativo en terologia de DVHC debido a interferencia por crioglobulina. 2021; 02(2).
53. Diego Velez LSJZIA. Electroforesis de proteinas sericas asociadas a disproteinea en pacientes ecuatorianos. 2021; 05(08).
54. Miguel Morales OLYT. Electroforesis de isoencimas de fosfatasa alcalina. 2022; 38(04).
55. Reyes CY ZL. Valor diagnostico de la electroforesis de proteinas y cadenas ligeras libres en suero en el mieloma multiple. 2022; 24(01).
56. Cacelin J. Anemia hemolitica autoinmune desencadenada por SARS_COV_2. 2022; 65(01).
57. Defendi F, Thielens N, Clavarino G, Cesbron J, Dumestre C. The Immunopathology of Complement Proteins and Innate Immunity in Autoimmune Disease. SpringerLink. 2019; 58: p. 229-251.
58. Koga T. Understanding the pathogenic significance of altered calcium-calmodulin signaling in T cells in autoimmune diseases. Elsevier. 2024;(1).
59. Juan Abdo Francís FR, Torre Adl, Bosques FJ, Todd AV, Kazuo J. Manifestaciones extraintestinales de la enfermedad inflamatoria intestinal. En Velaco JA, editor.. Mexico: Alfil; 2019. p. 110-120.



60. Mariana B, al e. Are we forgetting to carry out serum protein electrophoresis as part of diagnosis workup? SpringerLink. 2022; 22(406).
61. Hashem S, Shang-Jung , Rabbani Y, Zubkovs V, Ahmadzadeh H. Micropreparative Gel Electrophoresis for Purification of Nanoscale Bioconjugates. Bioconjugate. 2024; 1.
62. Plebani M, Pittoni M, Celadin M, Bernardi D, Mion MM. Recent advances in diagnostic technologies for autoimmune diseases. ELSEVIER. 2019; 8(3): p. 238-243.
63. McMaster M, Csako G. Electroforesis de proteínas, inmunolectroforesis y electroforesis de inmunofijación como predictores del fenotipo de alto riesgo en la macroglobulinemia familiar de Waldenström. Wiley. 2021; 122(5).

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.

