

Electroforesis de proteínas en niños atletas de alto rendimiento. EIDE “Pedro Díaz Coello, Holguín 2024

Protein electrophoresis in high-performance child athletes. EIDE Pedro Díaz Coello, Holguín 2024

Camila Caridad Rodríguez Salazar ^{1*} <https://orcid.org/0009-0003-3570-8017>

Sheyla Álvarez Concepción ¹ <https://orcid.org/0009-0008-3250-3936>

José Javier Batista González ¹ <https://orcid.org/0009-0003-4970-1473>

Yenisbel Benzol Carralero ¹ <https://orcid.org/0009-0007-0198-4274>

¹ Filial de Ciencias Médicas Arides Estévez Sánchez, Universidad de Ciencias Médicas de Holguín, Holguín, Cuba.

***Autor para la correspondencia. Correo electrónico:** cr6107484@gmail.com

Recibido: 20/07/2025.

Aprobado: 23/01/2026.

RESUMEN

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. Se utiliza para investigar posibles variaciones en las fracciones proteicas del suero debido al ejercicio intenso, y puede aportar información sobre la respuesta inmunológica y el estado fisiológico en niños deportistas.

Objetivo: Caracterizar la presencia y el tipo de alteración en el fraccionamiento proteico, obtenido mediante la ejecución de una electroforesis de proteínas, y utilizar esta prueba como un método de detección temprana para identificar posibles desviaciones en el estado de salud de niños atletas de alto rendimiento.

Método: Se realizó un estudio observacional descriptivo longitudinal retrospectivo. El universo y la muestra estuvo integrada por 24 niños del sexo masculino del equipo escolar de fútbol de la EIDE Pedro M Díaz Coello.

Resultados: El rango de edad de 12-13 años predominó con el 70,83 % de las 24 electroforesis realizadas que constituye el 100% del equipo, 17 resultaron positivas a hipergammaglobulinemia para un 70,83 % considerado significativo.

Conclusiones: Se recomiendan estudios comparativos con muestras más amplias que permitan evaluar las variaciones del fraccionamiento proteico sérico en atletas pediátricos en condiciones de reposo y luego de recibir la carga de entrenamiento.

Palabras clave: electroforesis de proteínas, niños atletas, rendimiento atlético, marcadores bioquímicos

ABSTRACT

Introduction: Electrophoresis is a technique that involves the movement of proteins over a period of time, thanks to the production of an electric field. It is used to investigate possible variations in serum protein fractions due to intense exercise, and can provide information on the immune response and physiological status in child athletes.

Objective: To characterize the presence and type of alteration in protein fractionation, obtained by performing protein electrophoresis, and use this test as an early detection method to identify possible deviations in the health status of high-performance child athletes.

Method: A retrospective longitudinal descriptive observational study was conducted. The universe and sample consisted of 24 male children from the school soccer team at EIDE Pedro M. Díaz Coello.

Results: The 12-13 age group predominated with 70.83% of the 24 electrophoreses performed, which constitutes 100% of the team. Seventeen were positive for hypergammaglobulinemia, representing 70.83%, which is considered significant.

Conclusions: Comparative studies with larger samples are recommended to evaluate variations in serum protein fractionation in pediatric athletes at rest and after receiving training loads.

Keywords: protein electrophoresis, child athletes, athletic performance, biochemical markers

Introducción

La electroforesis es una técnica de laboratorio que permite la separación de las proteínas de acuerdo con sus características físicas. Este método permite separar moléculas como DNA, RNA o proteínas en función de su tamaño mediante el movimiento o desplazamiento de especies cargadas (iones), sustancias neutras o migración pasiva, por atracción o repulsión en un campo eléctrico. La carga eléctrica de la proteína depende del pH del tampón que se emplee, cuanto más difiere este del punto isoeléctrico de la proteína, mayor será la carga neta de la proteína y con mayor rapidez se moverá en el campo eléctrico. Habitualmente se emplea pH de 8,6 y baja fuerza iónica.^(1, 2)

Se utiliza suero en vez de plasma, porque en el suero el fibrinógeno se ha consumido en la coagulación. Para la separación de las proteínas del suero se han utilizado a lo largo del tiempo diferentes soportes (papel, acetato de celulosa, agarosa) que han mejorado la calidad de la separación. Actualmente, se dispone de un sistema de realización de las proteinogramas, al utilizar una técnica diferente, denominada electroforesis capilar, donde la muestra se hace pasar por un capilar y las proteínas se separan debido a un fuerte voltaje electroosmótico y las bandas se estiman mediante la medición a 214 nm del enlace peptídico.⁽³⁾

A nivel mundial, la técnica más utilizada por los laboratorios es la electroforesis en gel de poliacrilamida con duodecil sulfato de sodio (SDS), 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.^(4,5)

A nivel de Latinoamérica, países como Ecuador, Brasil y Argentina han empleado la electroforesis de proteínas en prácticas clínicas, ya que puede proveer información que refleje diversos estados de enfermedad en distintos órganos o sistemas.

En Colombia, la electroforesis se destaca como la técnica principal, esto permite tamizar y detectar posibles desequilibrios proteicos en una variedad de enfermedades; por otro lado, en México, el enfoque se centra en las proteínas plasmáticas, cuando utiliza la electroforesis para separar albúminas y globulinas y así poder diagnosticar enfermedades autoinmunes como por ejemplo anemia, diabetes, lupus, entre otras.⁽⁴⁾

A nivel nacional, la electroforesis de proteínas ha sido empleada para determinar el valor diagnóstico de la electroforesis de proteínas en suero y de las cadenas ligeras libres en suero en el mieloma múltiple.⁽⁶⁾

La electroforesis de proteínas en atletas pediátricos se utiliza para investigar posibles variaciones en las fracciones proteicas del suero debido al ejercicio intenso, y puede aportar información sobre la respuesta inmunológica y el estado fisiológico en niños deportistas.⁽⁷⁾

Estudios previos han demostrado, que los niños atletas de alto rendimiento presentan modificaciones en el fraccionamiento de las proteínas en comparación con niños de la población general. Estas alteraciones pueden reflejar adaptaciones metabólicas y musculares relacionadas con el entrenamiento intenso y la demanda física de alto nivel.

Sin embargo, en la provincia de Holguín, en la literatura a nuestro alcance, no se han encontrado evidencias de investigaciones previas que evalúen la utilidad de la electroforesis de proteínas como prueba de detección temprana de posibles alteraciones en el estado de salud en los niños atletas de alto rendimiento. El objetivo de la investigación es caracterizar el comportamiento de la electroforesis de proteínas como prueba de detección temprana de posibles alteraciones en el estado de salud de niños atletas de alto rendimiento de la EIDE, en la provincia de Holguín.

Método

Se realizó un estudio observacional descriptivo longitudinal retrospectivo, en la EIDE Pedro M. Díaz Díaz Coello, en la provincia de Holguín con el objetivo de caracterizar la presencia y el tipo de alteración en el fraccionamiento proteico, como resultado de la realización de la electroforesis de proteínas, y utilizar esta prueba como método de detección temprana para posibles alteraciones en el estado de salud de niños del sexo masculino, atletas de alto rendimiento en la provincia de Holguín. El universo de estudio estuvo constituido por 24 niños del equipo escolar de fútbol de la EIDE "Pedro M. Díaz Coello". Se utilizó un muestreo no probabilístico. La muestra incluyó la totalidad del universo que cumplió con los criterios de inclusión: ser estudiante de la EIDE "Pedro M. Díaz Coello", pertenecer al equipo escolar de fútbol y contar con el consentimiento informado firmado por sus tutores legales.

Los criterios de exclusión fueron la presencia de tratamiento farmacológico que pudiera alterar los parámetros hematológicos o bioquímicos evaluados, así como la obtención de muestras hemolizadas o incompletas. Las muestras de sangre para la electroforesis y otros estudios bioquímicos se obtuvieron en condiciones de reposo, alejadas de sesiones de entrenamiento o competencias.

Principales Variables

Variable	Definición operacional	Tipo / Escala	Indicador	Categorías / Unidad
Sexo	Sexo biológico del atleta registrado en la ficha de datos	Cualitativa nominal / dicotómica	Frecuencia por sexo	1 = Masculino, 2 = Femenino
Edad	Años cumplidos al momento de la toma de la muestra	Cuantitativa discreta / rango	Edad en años	12-13, 14-15
Proteínas totales	Concentración de proteínas séricas medida por métodos colorimétricos automatizados	Cuantitativa continua / razón	Valor de proteínas totales	64-83 g/L
Electroforesis de proteínas	Patrón del fraccionamiento proteico del suero obtenido por electroforesis en gel de agarosa	Mixta (cualitativa y cuantitativa)	Resultado cualitativo y porcentaje de fracciones	Resultado: 1=Normal, 2=Alterado; Tipo: 1=Hipergammaglobulinemia, 2=Hipogammaglobulinemia, 3=Patrón inflamatorio agudo, etc.; Valores: % de Albúmina, Alfa-1, Alfa-2, Beta, Gamma

Procesamiento Estadístico

Se realizó en una PC Pentium 4 mediante el paquete estadístico SPSS, Versión 10.0 para Windows y el procesador de texto Microsoft Word, como técnicas de análisis fueron utilizados los indicadores descriptivos, la frecuencia absoluta y el porcentaje, con la información obtenida se confeccionó la base de datos. Posteriormente fueron calculados los indicadores y se procedió al análisis y discusión de los resultados.

Técnicas y Métodos de Recolección de La Información

Como técnica de obtención de la muestra, se recolectaron aproximadamente 5 mL de sangre venosa periférica de cada atleta, luego de un período de ayuno de 8 a 12 horas y en condiciones de reposo, deben cumplirse las normas establecidas para este tipo de proceder.

Se utilizó el método de revisión documental, mediante la consulta de literatura científica relacionada con la electroforesis de proteínas séricas, el ejercicio físico intenso y las alteraciones en las fracciones proteicas en niños deportistas, lo cual permitió sustentar teóricamente el estudio e interpretar los resultados obtenidos.

Se aplicó el método epidemiológico a través de un estudio observacional descriptivo longitudinal retrospectivo, que permitió caracterizar las alteraciones del fraccionamiento proteico del suero en niños atletas de alto rendimiento, pertenecientes al equipo escolar de fútbol de la EIDE “Pedro M. Díaz Coello”.

El método clínico-laboratorial se empleó durante la extracción y procesamiento de las muestras, las cuales se realizaron en el Laboratorio Clínico del Hospital Clínico Quirúrgico “Lucía Íñiguez Landín” de Holguín, por personal calificado, para ello se utilizaron tubos al vacío con gel separador para la obtención de suero, sobre el cual se efectuó la electroforesis de proteínas.

Para el análisis de la información se utilizó el método estadístico descriptivo. Los datos se obtuvieron a partir de los registros del laboratorio clínico de la institución, se organizaron en tablas diseñadas para este fin y se expresaron en valores absolutos y porcentajes lo que facilitó su análisis, interpretación y la elaboración de conclusiones.

Aspectos Éticos: La investigación fue aprobada por el Comité de Ética de la institución. Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de los tutores legales de todos los participantes.

Resultados

En la tabla I se muestra que el mayor número de atletas de edad pediátrica corresponde al rango de edad de 12 a 13 años, con 17 niños que representan el 70,83 %.

Tabla I .Distribución según rango de edad de atletas en edad pediátrica de alto rendimiento del equipo de fútbol EIDE. Provincia Holguín. 2024

Rango de Edad	Rango de Edad	%
12-13	17	70,83
14-15	7	29,17
Total	24	100

Fuente: registros del laboratorio clínico del Hospital Clínico Quirúrgico Lucía Íñiguez Landín de Holguín.

La tabla II refleja que, de las 24 electroforesis realizadas, constituyen el 100% del equipo, 17 resultaron identificadas con alteración para un 70,8 %.

Tabla II. Distribución de los resultados de la electroforesis de proteínas descritos en función de la presencia y tipo de alteración de fragmentos proteicos en atletas de edad pediátrica de alto rendimiento del equipo de Fútbol EIDE. Provincia Holguín. 2024

Total de electroforesis de proteínas realizadas	Electroforesis con alteración	Tipo de alteración identificada	%
24	17	Hipergammaglobulinemia	70,83

Fuente: registros del laboratorio clínico del Hospital Clínico Quirúrgico Lucía Íñiguez Landín de Holguín.
Leyenda: El 100% (17/17) de las electroforesis alteradas correspondió al patrón de Hipergammaglobulinemia.

Discusión

La electroforesis de proteínas es importante a la hora de diferenciar patrones inflamatorios, inmunológicos o defectos de síntesis proteica; en pediatría, su uso debe ser muy selectivo, pues la mayoría de las alteraciones pueden ser secundarias a procesos benignos o adaptativos, como el ejercicio. ^(2, 8)

En estudios realizados en niños atletas de alto rendimiento, con un rango de edad de 7 a 14 años, se ha encontrado que la electroforesis de proteínas no muestra diferencias significativas en las inmunoglobulinas IgG e IgA respecto a niños de la misma edad con actividad física normal; ⁽⁷⁾ lo cual no coincide con nuestra investigación, ya que un 70 % del total de atletas estudiados presentaron alteraciones de la electroforesis de proteínas. Aunque debe considerarse que no fueron comparados con niños que no practican deportes.

La hipergammaglobulinemia se define como el aumento de la fracción gamma del suero, reflejo de una mayor producción de inmunoglobulinas por los linfocitos B en respuesta a diversos

estímulos, fundamentalmente inflamatorios, infecciosos o inmunológicos. En la población pediátrica, este hallazgo suele corresponder con mayor frecuencia a una hipergammaglobulinemia de patrón policlonal, asociada a procesos reactivos o adaptativos.^(9,10,11,12) En nuestro estudio, los 17 atletas pediátricos que presentaron hipergammaglobulinemia coincidieron con los continuantes en la práctica deportiva, lo que sugiere una posible relación entre la exposición prolongada al entrenamiento de alto rendimiento y la aparición de este patrón electroforético, probablemente como una respuesta adaptativa del sistema inmunológico.

Entre las limitaciones se encuentra el tamaño de la muestra y la ausencia de un grupo control de niños no atletas, lo cual dificulta la generalización de los resultados y la atribución causal de las alteraciones encontradas únicamente en los que practican deporte. Además del seguimiento clínico que no se les realizó a los atletas que presentaron alteraciones para corroborar diagnóstico de enfermedades asociadas a estos resultados.

Conclusiones

La electroforesis de proteínas séricas es una herramienta importante en la evaluación del estado de salud de atletas pediátricos sometidos a entrenamiento de alto rendimiento. Los resultados obtenidos permiten concluir que una proporción significativa de estos jóvenes deportistas presenta alteraciones en su perfil proteico, lo cual constituye un hallazgo relevante desde el punto de vista clínico y del rendimiento.

La hipergammaglobulinemia sugiere la presencia de una posible sobrecarga o disfunción del sistema inmunológico, frecuentemente asociada en la literatura a cargas de entrenamiento intensas y estrés fisiológico continuo.

Se recomienda la realización de estudios comparativos con muestras más amplias que permitan evaluar las variaciones del fraccionamiento proteico sérico en condiciones de reposo y tras la carga de entrenamiento.

Referencias Bibliográficas

1. Capilla Díez M, Navas Gómez ML, Baladrón Segura M, Ramos Mayordomo P, Martín Gabriel S, Alonso Castillejos N. Revisión de la utilidad clínica del proteinograma en suero. Clínica. 2024[citado 06/06/2025];29:32-42.Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9791724>
2. Campuzano Maya G. La electroforesis de proteínas: más que una prueba de laboratorio. Med Labor. 2006[citado 06/06/2025];12(1-2):47-68. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8741827>
3. Álvarez de Cienfuegos Rodríguez A, Tevar Sánchez M. Electroforesis de proteínas plasmáticas: proteinograma. Rev Sociedad Val Reuma. 2017[citado 06/08/2025];7(1):5-7.Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6416587>
4. Mina Ortiz JB, Soledispa Pincay MA, Valdez Artes JJ. Importancia clínica de la electroforesis de proteínas en el diagnóstico de enfermedades autoinmunes. MQRInvestigar.2024[citado 28 /06/2026];8(1):5319-5342.Disponible en:
<http://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/1171>
5. Vélez Arteaga DA, Fernández Aballí LS, Zambrano Mera J, Howland Álvarez I. Electroforesis de proteínas séricas asociadas a disproteinemias en pacientes ecuatorianos. QhaliKay. 2021[citado 06/06/2025];5(1):1-15. Disponible en:
<https://revistas.utm.edu.ec/index.php/QhaliKay/article/view/2941>
6. Reyes Cepero Y, Zaila Lago E, Aquino Perna A, Rodríguez Matos G, Aquino Reyes A,Herrera Mendoza G. Valor diagnóstico de la electroforesis de proteínas y cadenas ligeras libres en suero en el mieloma múltiple. Gac Méd Espirit.2022 [citado 06/06/2025];24(1):16-25. Disponible en:
<https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=113353>

7. Barreras Alonso I, Grueiro Azcano E, Grueiro Yen GV, Corrales García S, Galves Valcárcel JR. Electroforesis de proteínas en niños atletas de alto rendimiento. Rev Cubana Pediatría.2023 [citado 06/08/ 2025];57(1). Disponible en:
<https://revpediatria.sld.cu/index.php/ped/article/view/5500Peña FR.>
8. Rodríguez Peña FM. Importancia de los Análisis clínicos en la Salud de los deportistas. Sanum. 2024[citado 06/06/2025];8(3):6-7.Disponible en: <https://revistacientificasanum.com/vol-8-num-3-julio-2024-importancia-de-los-analisis-clinicos-en-la-salud-de-los-deportistas/>
9. Castellano L. Hipergammaglobulinemia: su relación con distintos estados clínico-patológicos y el rol del laboratorio. ByPC.2025[citado 06/06/2025];89(3):52-58. Disponible en: <https://revistabypc.org.ar/index.php/bypc/article/view/330>
10. Rasel M, Zahra F. Hypergammaglobulinemia (Polyclonal Gammopathy). Treasure Island (FL): StatPearls;2025 [citado 18/01/2026]. Disponible en: <https://europepmc.org/books/nbk585137>
11. Lo M, Zurakowski D, Son MB, Sundel RP. Hypergammaglobulinemia in the pediatric population as a marker for underlying autoimmune disease: a retrospective cohort study. Pediatr Rheumatol [citado 06/06/2025]; 11(19):42.Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186/1546-0096-11-42>
12. Baillou C, Jacomet F, Dejoie T, Lureau P, Beuvon C , Grados A. Polyclonal hypergammaglobulinaemia: towards definition of a threshold. Postgrad Med J. 2023[citado 06/06/2025]; 99(1170):296-301. Disponible en: <https://academic.oup.com/pmj/article-abstract/99/1170/296/7177393>

Conflicto de intereses

Los autores no declaran conflicto de intereses

Financiación

No se recibió financiación para la realización del presente artículo.

Contribución de autoría:

Conceptualización: Camila Caridad Rodríguez Salazar

Curación de datos: Sheyla Álvarez Concepción, Camila Caridad Rodríguez Salazar

Análisis formal: Sheyla Álvarez Concepción, José Javier Batista González

Adquisición de fondos: Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

Investigación: Camila Caridad Rodríguez Salazar

Metodología: Camila Caridad Rodríguez Salazar, Sheyla Álvarez Concepción

Administración del proyecto: José Javier Batista González

Recursos: José Javier Batista González

Software: José Javier Batista González

