

# Electroforesis de proteínas plasmáticas: proteinograma

ÁLVAREZ DE CIENFUEGOS RODRÍGUEZ A, TEVAR SÁNCHEZ M  
Servicio de Reumatología. Hospital Vega Baja. Orihuela (Alicante)

Correspondencia: : Dr. Antonio Álvarez de Cienfuegos Rodríguez - Servicio de Reumatología - Hospital Vega Baja - Almoradi, s/n - 03314 San Bartolomé - Orihuela (Alicante)

✉ antonioalvarezdc@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

Es una gráfica que refleja las fracciones proteicas del suero sanguíneo. 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 ido mejorando la calidad de la separación. En estos métodos se depositaba la muestra sobre el soporte y se sometía a éste a una corriente eléctrica de tal manera que las proteínas se separaban en función de su carga eléctrica; posteriormente, se sumergía el soporte en un colorante (negro amido, rojo Congo, azul de coomasie) para que éste se fijase a las diferentes fracciones electroforéticas y, posteriormente, se cuantificaban de forma semicuantitativa en un densitómetro. Actualmente, se dispone de un sistema de realización de los proteinogramas, utilizando 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. La introducción de esta tecnología ha permitido aumentar la calidad del proteinograma y una mayor rapidez, comodidad y precisión.

La proteinemia total se cuantifica con el método del biuret de Weischselbaum o similares, siendo en el adulto normal de 6-7,5/100 ml con las oscilaciones inherentes al método de cada laboratorio, el cual debe de establecer sus patrones propios, y los relativos a diferentes circunstancias como edad, sexo, gestación, etc.

Las diferentes fracciones se expresan en g/100 ml o también en porcentajes relativos; los primeros se obtienen multiplicando la concentración de la proteína sérica total por el porcentaje relativo. Según datos originales de Rodríguez Cuartero, similares a los obtenidos por Wuhrmann, Riva y Kawai, las cifras en el adulto normal aparecen en la Tabla 1.

## FACTORES QUE MODIFICAN EL PROTEINOGRAMA

### A) En relación con la forma de extracción:

- *Según el tipo de sangre.* La sangre venosa muestra un ligero ascenso en relación con la arterial ya que tiene una mayor hemoconcentración que la venosa.
- *Aplicación del torniquete.* Si la aplicación es prolongada se obtienen valores proteicos ligeramente elevados, también por la mayor hemoconcentración.
- *Oscilaciones posturales.* El decúbito favorece la hemodilución y por tanto el descenso de las proteínas totales y de las

diferentes fracciones; esta es la causa de que en la extracción sanguínea hecha por la mañana las cifras sean ligeramente menores que por las tardes.

- *Oscilaciones nictamerales.* Los niveles proteicos totales descienden durante la noche cerca de 1g/100 ml afectando igual a cada una de las fracciones de modo que las proporciones no varían. Estas modificaciones se deben a diversos factores:

- Desplazamiento del agua de los líquidos corporales (sangre, espacios intravascuales) con hipervolemia y hemodilución nocturnas.
- Factores posturales (decúbito).
- Factores hormonales y neurovegetativos.

### B) En relación con la conservación

- *Uso de plasma o suero.* La concentración proteica plasmática excede a la sérica en 0,3-0,5 g/100 ml, los cuales representan la cantidad de fibrinógeno consumida en el suero por la coagulación. Otras proteínas como la protrombina, fibronectina y antitrombina III,

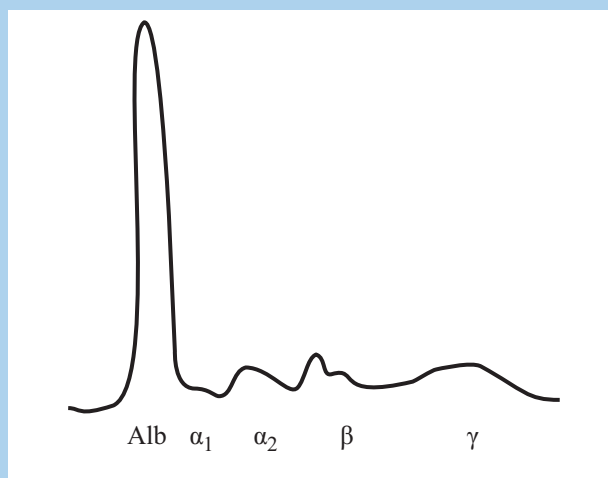
**TABLA 1**

CIFRAS DE LAS DIFERENTES FRACCIONES DEL PROTEINOGRAMA

|                                       | Concentración g/100 ml | Porcentaje relativo % |
|---------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| Albúmina                              | 3,5-4,5                | 50-60                 |
| Alfa-1-globulinas                     | 0,3-0,5                | 4-8                   |
| Alfa-2-globulinas                     | 0,5-0,7                | 8-10                  |
| Beta-1-globulinas y beta-2 globulinas | 0,7-0,9                | 10-15                 |
| Gamma-globulinas                      | 0,9-1,5                | 15-20                 |
| Totales                               | 6-7,5                  | 100                   |

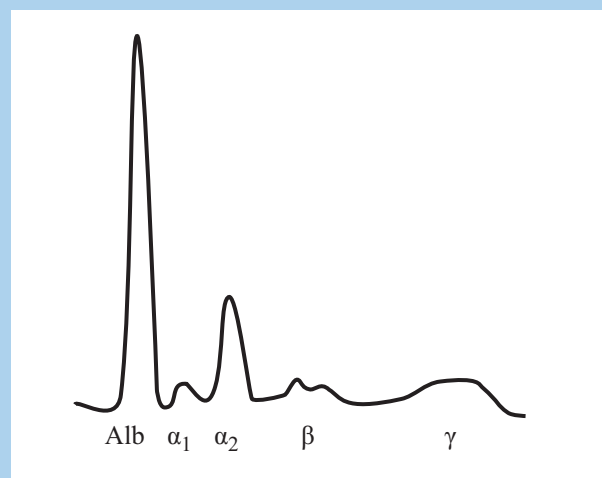
**FIGURA 1**

PROTEINOGRAMA NORMAL (CURVA ELECTROFORÉTICA)



**FIGURA 2**

PROTEINOGRAMA "PATRÓN INFLAMATORIO AGUDO"



también disminuyen en el suero pero sus concentraciones son tan pequeñas que apenas influyen en la proteinemia total. En la electroforesis del plasma aparece una fracción entre la banda  $\alpha$  y  $\beta$  que corresponde al fibrinógeno y que no aparece en la electroforesis del suero.

● **Forma y tiempo de conservación de la muestra.** La forma y el tiempo de la conservación afecta el proteinograma. Debe hacerse el mismo día de la extracción, ya que todos los métodos de conservación modifican algo las concentraciones de las distintas fracciones proteicas. Si es necesaria la conservación deberá hacerse en tubos bien tapados y a  $-4^{\circ}\text{C}$  en congelador, con ello las variaciones de las proteínas son mínimas, aunque sí se deben de evitar los procedimientos de descongelación/recongelación.

#### C) En relación con la presencia de artefactos

● **Presencia de quilomicrones en el suero.** Se presenta en circunstancias fisiológicas tras la ingesta o en hiperlipoproteinemias con hiperquilomicronemias. Además de la turbidez típica del suero, en la electroforesis puede observarse en el lugar del depósito del suero un "pico agudo" próximo a la fracción gamma.

● **Hemólisis.** Las alteraciones se deben a:

- La hemoglobina liberada de los hematíes.

- Las proteínas del estroma eritrocitario no hemoglobínicas.

● **Presencia de inmunocomplejos.** Los complejos inmunes producen en la electroforesis una zona más densa que puede imitar una paraproteína monoclonal.

● **Administración de contrastes yodados y otros medicamentos.** Los contrastes yodados producen descenso de la albúmina y ascensos de las gammaglobulinas.

● **Administración de diuréticos.** Ocasionalmente elevaciones de la proteinemia y de las diferentes fracciones proteicas por hemoconcentración.

#### D) En relación con el hábitat

● **Variaciones nutricionales.**

● **Variaciones raciales.** Relacionado con los hábitos alimenticios y con las infecciones endémicas.

#### E) En relación con el stress

● **Ejercicio físico.** El ejercicio modifica las proteínas plasmáticas por:

- Fenómenos de hemoconcentración.
- Intervención de factores hormonales y neurovegetativos en relación con el stress.
- Acentuación del metabolismo.

#### PATRONES PROTEICOS

Las modificaciones en la electroforesis de proteínas dependen de multitud de factores, obteniéndose como consecuencia diferentes patrones proteicos, de los cuales vamos a describir exclusivamente el patrón inflamatorio agudo y crónico:

**A) Patrón inflamatorio agudo (Figura 2).** Electroforéticamente viene definido por el ascenso de las alfa-1 y alfa-2 globulinas. Si la inflamación se hace subaguda o crónica hay una tendencia al aumento de las gammaglobulinas, descenso de la albúmina y descenso de las beta-globulinas (por disminución de la transferrina). Se define por tanto por una hiper-alfa-globulinemia en relación con el aumento de las glicoproteínas que en su mayoría se comportan como "reactantes biológicos de fase aguda". La reacción biológica se presenta en múltiples situaciones:

#### ● **Inflamación aguda secundaria a:**

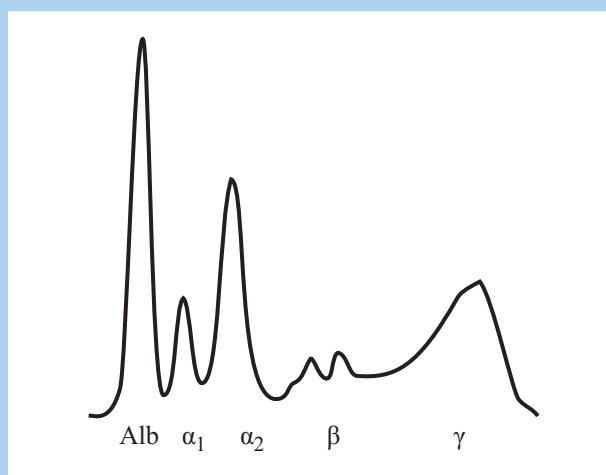
- Infecciones agudas (bacterianas, virales, micóticas o parasitarias).
- Necrosis hísticas (infarto de miocardio, trombosis mesentérica, etc.).
- Agentes físicos (quemaduras, radiaciones, etc.).
- Experimentales como en el absceso de fijación por trementina, etc.

#### ● **Respuesta hormonal secundaria a:**

- Situaciones de stress, como: traumatismos, cirugía, exploraciones cruentas, etc.
- Viajes espaciales.
- Ciertos trastornos hormonales, en especial los que afectan a la hipófisis y/o suprarrenales o tras la administración de ACTH y/o corticosteroides, por la intervención del eje diencefalo-hipófisis suprarrenales.

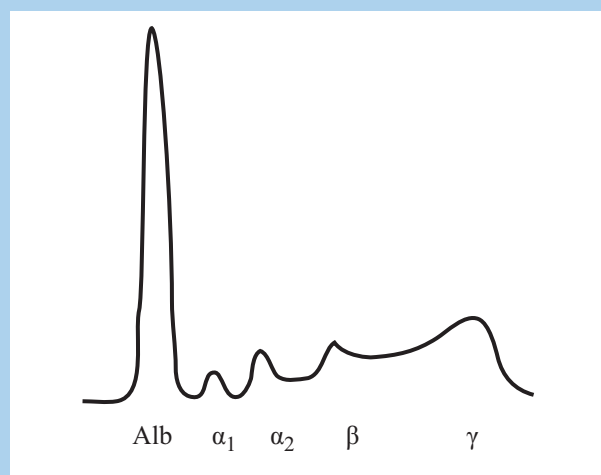
**FIGURA 3**

PROTEINOGRAMA “PATRÓN INFLAMATORIO CRÓNICO”.



**FIGURA 4**

PROTEINOGRAMA TIPO “HIPERGAMMAGLOBULINEMIA POLICLONAL”



● **Mecanismos osmóticos:**

En los casos de hipoalbuminemia como respuesta al descenso de la presión osmótica hay aumento de algunas de las alfa-1-globulinas, sobre todo la alfa-1-glicoproteína ácida, que tiende a compensar el descenso de la presión oncótica del plasma.

● **Mecanismo funcional y como respuesta específica secundaria a:**

- Embarazo: aumento de la alfa-2-macroglobulina, beta lipoproteína, etc.
- Lactancia: aumento de la alfa-2-macroglobulina.
- Edad fetal: aumento de la alfa-1-feto-proteína.

● **Neoplasias:**

-El ascenso es de causa mixta y/o compleja.

Cualquiera de estas causas produce manifestaciones de dos tipos, aunque de diferente intensidad:

● **Locales:** en forma de vasodilatación, edema, aflujo leucocitario, agregación de plaquetas y fibrina en las zonas afectadas, liberación de quininas vasoactivas (bradiquinina, kalikreina, kalidina, etc.), serotonina, histamina, prostaglandinas, enzimas lisosómicas, etc.

● **Generales o sistémicas:** en forma de

fiebre, dolor, leucocitosis, alteración del espectro proteico.

**B) Patrón inflamatorio crónico (Figura 3).** Tiene puntos comunes con el patrón agudo al que en ocasiones sigue. Electroforéticamente se caracteriza por: un descenso de la fracción albúmina en relación con la desnutrición (por anorexia, hipercatabolismo, etc.); hiperalfa-globulinemia a expensas de alfa-1-globulinas (alfa-1-glicoproteína ácida, alfa-1-antitripsina, etc.) y mucho más de alfa-2-globulinas (ceruloplasmina, haptoglobina, etc.), al igual que en el patrón inflamatorio agudo es secundaria a factores de reacción de fase biológica, stress hormonal, etc.; hipergammaglobulinemia de morfología policlonal que electroforéticamente es una curva de base ancha y pendientes suaves, expresión de la respuesta reactiva del sistema mononuclear fagocítico (sistema retículo endotelial) ante estímulos antigénicos persistentes, el ascenso se produce en varias de las inmunoglobulinas (Ig G, Ig A, Ig M, etc.); y aumento del fibrinógeno, que se comporta también como reactante (Figura 4).

Las circunstancias etiológicas son muchas aunque desde el punto de vista patológico

pueden resumirse en dos:

- Procesos inflamatorios agudos que se cronifican.
- Procesos que afectan primariamente o de forma secundaria al tejido conectivo. Estas modificaciones del espectro proteico condicionan importantes ascensos de la velocidad de sedimentación globular, positivizan las pruebas de labilidad proteica e incluso se presentan positividades falsas de serología de lúes y en ocasiones del factor reumatoide.

**BIBLIOGRAFÍA**

- 1.- Chernocky CC, Berger BJ. P. In: Chernocky CC, Berger BJ, eds. Laboratory Tests and Diagnostic Procedures. 6th ed. St. Louis, MO: Elsevier Saunders; 2013:chap P.
- 2.- Warner EA, Herold AH. Interpreting laboratory tests. In: Rakel RE, Rakel DP, eds. Textbook of Family Medicine. 9th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders; 2016:chap 14.
- 3.- Cidoncha Gallego A, Pérez Lucena E, Vinuesa López A, Zaro Bastanzuri MJ, Zafra Mezcu A y Valencia Roldán C. Medicina Integral 2001;38(3):127-132.
- 4.- Marco Barrero M y Riera Masgrau J. Medicina Integral 2001;38(9):404-409.
- 5.- Rodríguez Cuartero A, Nuñez Carril J, Duran Cara E, Morata García, Mora Lara RJ, Peláez Redondo J. Comportamiento de los Reactantes biológicos proteicos en procesos inflamatorios, neoplásicos y necróticos. En: Libro Homenaje al Profesor Ortiz de Landazuri. Madrid: Editorial Garsi 1984:25-35.