Determinación del Incremento de la Densidad Óptica a 450nm por Formula Matemática

Dr. Carlos Pacheco Consuegra

Médico-residente II en Gineco-Obstetricia, FACULTAD DE MEDICINA, UNIVERSIDAD NACIONAL - INSTITUTO MATERNO INFANTIL.

I. Introducción

Uno de los métodos más utilizados en el estudio de pacientes con isoimmunización por Rh, es el preconizado por Liley de la lectura del incremento que sufre la densidad óptica a 450 nm con la presencia de bilirrubinas en el líquido amniótico (L.A.), como método pronóstico del grado de compromiso fetal. Así mismo, la variación de este incremento (ΔD_{0450} de la densidad óptica o ΔD_{0450}) se ha utilizado como índice de madurez fetal en embarazos normales.

La determinación de ΔD_{0450} se ha hecho basándose en la observación de que si se lleva la curva de absorción de una muestra de L.A. a una gráfica colocando en el eje horizontal las longitudes de onda utilizando una escala lineal y en el eje vertical los valores correspondientes de la densidad óptica (D.O.), utilizando escala logarítmica, la línea es casi recta entre los valores 365 nm y 600 nm con elevación sobre la línea base de la densidad óptica a 450 nm. Además de la observación de que esta elevación a 450 nm era mínima en embarazos avanzados normales, o desaparecía cuando se exponía el líquido con bilirrubinas a la luz por cierto tiempo, se dedujo que este incremento (ΔD_{0450}) sobre la línea base se debía a la cantidad de bilirrubinas presentes en el L.A. (1).

Se utilizan en la actualidad espectrofotómetros que realizan la gráfica automáticamente, facilitando la lectura del

incremento a 450 nm, ya que basta la medición directa de la misma. Cuando no se cuenta con los anteriores aparatos es necesario realizar manualmente la gráfica en papel semi-logarítmico, donde habrá de trazarse la línea basal teórica entre los puntos correspondientes a las longitudes de onda 365 nm y 550 nm, con determinación de ΔD_{0450} . Es obvio que para casos individuales este procedimiento no implica dificultad alguna, pero en el caso de lecturas seriadas implica un gran derroche de energía y dinero ya que es preciso contar con suficiente papel semi-logarítmico, trazado cuidadoso de las gráficas, etc. Por este motivo y a raíz de algunos trabajos realizados con la lectura de la densidad óptica se intentó determinar alguna fórmula que permitiera realizar esta determinación rápidamente y sin recurrir a gráficas que predisponen a errores mínimos pero frecuentes.

II. Método

Se hizo la deducción de la fórmula partiendo de postulados geométricos sencillos que no requerían el uso de procesos matemáticos complicados y verificables en textos elementales. El procedimiento se describe a continuación, para los interesados en comprobarlo.

Cuando en un triángulo dado se traza una línea paralela a la base, aquella divide los otros dos lados en segmentos que son proporcionales entre sí y a los mismos lados; también el segmen-

to de paralela comprendido entre los dos lados lo es a la base del mismo triángulo. Vale decir que en la Gráfica 1:

GRAFICO No. 1

$$\frac{AD}{DB} = \frac{AE}{EC} = \frac{DE}{BC}$$

Cuando se pretende determinar la Δ D0450 de un líquido amniótico dado (Gráfica No. 2), en la gráfica de su curva de absorción habrá que conocer el valor del punto $\underline{X}$ que es el valor teórico a 450nm si no hubiera bilirrubinas, para poder hallar el valor de la Δ D0450 buscado por sustracción:

$$\Delta \text{ D0450} = \text{D.O. 450nm} - \underline{X}$$

Al llevar estos valores de densidad óptica del L. A. a la gráfica semi-logarítmica, donde sobre la escala vertical se registran los logaritmos de los valo-

res de esta densidad óptica, tendremos que hallar el logaritmo de $\underline{X}$ sabiendo que este se encuentra sobre una recta imaginaria trazada entre los puntos que representan la densidad óptica a 365nm y 550nm (Gráfica No. 3).

Si observamos las líneas discontinuas trazadas desde los puntos de la gráfica hasta el sistema de ejes vemos que se dibuja un triángulo cortado a varios niveles por paralelas, el cual para efectos de claridad se ha sacado a la Gráfica No. 4. Necesitamos obtener el logaritmo de $\underline{X}$ ($\log \underline{X}$) para conocer el valor de $\underline{X}$. Partimos de la siguiente proporción en el triángulo:

$$\frac{AB}{BC} = \frac{XE}{EC} \quad (\text{a}) \text{ o lo que es lo mismo}$$

$$\underline{X} = \frac{EC \times AB}{BC} \quad (\text{b})$$

GRAFICO No. 2

GRAFICO No. 3

Observando la figura No. 4 apreciamos las siguientes equivalencias:

AB = log D0365 — log D0550

BC = 550nm — 365nm = 185

XE = log X — log D0550

EC = 550 — 450 = 100

Remplazando en la proporción (b) se obtiene la siguiente ecuación:

log X — log D0550 = 100

log D0365 — log D0550 = 185 x

Remplazando 100/185 = 0,54 por la letra K (constante) obtenemos:

log X — log D0550 = K (log D0365 —

log D0550)

log X = log D0550 + K (log D0365 —

log D0550)

log X = log D0550 + K (log D0365)

D0550

log X = log D0550 + log (D0365)^k

D0550

log X = log [D0550 x (D0365)^k]

D0550

X = D0550 x (D0365)^k =

D0550

X = D0550 x (D0365)^k x (D0550)^k =

(D0365)^k (D0550)^{1 + k}

GRAFICO No. 4

Obteniendo el valor de X podemos remplazar en la ecuación inicial $\Delta D0450 = D0450 - X$, para obtener la fórmula final:

$$\Delta D0450 = D0450 - (D0365)^k \\ (D0550)^{1-k}$$

donde K es una constante que para las longitudes usadas de 365nm y 450 nm y 550nm es de 0,54 y se obtiene del cociente $550 - 450$ dividido entre $550 - 365$; de cambiarse los valores de longitud de onda usados se remplazará en los valores correspondientes, ya que algunos autores los utilizan algo diferentes.

III. Discusión y comentarios

Es obvio que la fórmula obtenida no es práctica a menos que se utilice una calculadora que realice elevación a potencias, muy comunes hoy día, en las que la operación total consume solo pocos segundos. Es importante recalcar que no es correcto determinar la delta $D0450$ directamente en la gráfica lineal ya que el valor obtenido es marcadamente inferior al valor real (3). Es posible obtener valores negativos del incremento de la $D0450$ que se explican teóricamente como depresiones en vez de elevaciones a nivel de 450 nm, pero que para efectos prácticos podrá considerarse como iguales a cero ya que una vez llegado el valor a la línea de base, la delta $D0450$ sería cero.

IV. Conclusiones

Es posible obtener por fórmula matemática el valor de la delta $D0450$ evitando el uso de gráficas que se constituyen en problema en estudios extensos sobre espectrofotometría del líquido amniótico en Isoinmunización por Rh. La fórmula obtenida es:

$$\Delta D0450 = D0450 - (D0365)^{0,54} \\ (D0550)^{0,46}$$

Si el valor obtenido es negativo debe considerarse como cero. Solo se requiere para el uso de esta fórmula, el uso de una calculadora de bolsillo que realice elevación a potencias.

V. Resumen

Se realiza la deducción de una fórmula matemática para lograr encontrar el incremento que sufre la densidad óptica a 450nm en el estudio de los niveles de bilirrubinas en el líquido amniótico.

Se utilizó un método geométrico sencillo para dicha deducción obteniendo una fórmula exponencial de fácil utilización con el uso de calculadoras sencillas que proliferan en el mercado y se hace claridad en la interpretación de valores negativos obtenidos en algunos casos por este método.

DETERMINATION OF OPTICAL DENSITY INCREASE TO 450nm THROUGH MATHEMATICAL FORMULA

Summary

A mathematical formula is deducted in order to find the 450 nm increase of optical density in the study of bilirubin levels in the amniotic fluid.

A simple geometrical method was applied for such deduction, obtaining an exponential formula easy to use by means of simple calculators acquired in the market. Furthermore, the negative values resulting in some cases from this method can be clearly interpreted.

VI. Bibliografía

- 1 LILEY, A. W.: Liquor amnii analysis in the management of the pregnancy complicated by rhesus sensitization. Am. J. Obst. & Gynec. Vol. 82: 1359 - 1370, 1961.
- 2 WENK, R. E.; ROSENBAUN J. M.; HENRY, J. B. Líquido Amniótico y diagnóstico prenatal. Diagnóstico clínico por el laboratorio. Salvat Editores S. A. 6a. edición. Barcelona, España (1978).
- 3 NELSON, G. H.; TALLEDO, O. E.: Amniotic fluid spectral analysis in the management of patients with rhesus sensitization. Am. J. of Clin. Pathology.