

УДК

UDC

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ
РЕТИКУЛОЦИТАРНЫХ И
ЭРИТРОЦИТАРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ГЕМОГРАММЫ ПРИ ЛЕЧЕНИИ В12 -
ДЕФИЦИТНОЙ АНЕМИИ.

Барановская И.Б., к.ф.-м.н.

Онищук С.А.

Кубанский государственный университет,
г.Краснодар, Россия

*Kuban ,
Krasnodar, Russia*

Ключевые слова:

Keywords:

Медицина / 7. Клиническая медицина

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ РЕТИКУЛОЦИТАРНЫХ И ЭРИТРОЦИТАРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГЕМОГРАММЫ ПРИ ЛЕЧЕНИИ В12 -ДЕФИЦИТНОЙ АНЕМИИ.

И.Б. Барановская

Кубанский государственный университет, г.Краснодар, Россия

Введение

Изменение показателей общего анализа крови при лечении В₁₂-дефицитной анемии подчиняется некоторым закономерностям. Впервые несколько дней, как правило, происходит быстрое изменение почти всех параметров, после чего показатели достигают новых уровней, на которых остаются некоторое время после лечения. Важно описать поведение всех показателей гемограммы одной математической функцией, чтобы с помощью нескольких математических параметров можно было бы описать весь процесс лечения.

Сложность подбора соответствующей функции $S=S(x)$ заключается в том, что в некоторых случаях начальное значение показателя S_0 и его экстремум M находятся по разные стороны от уровня стабилизации S_{st} , как это показано на рис.1.

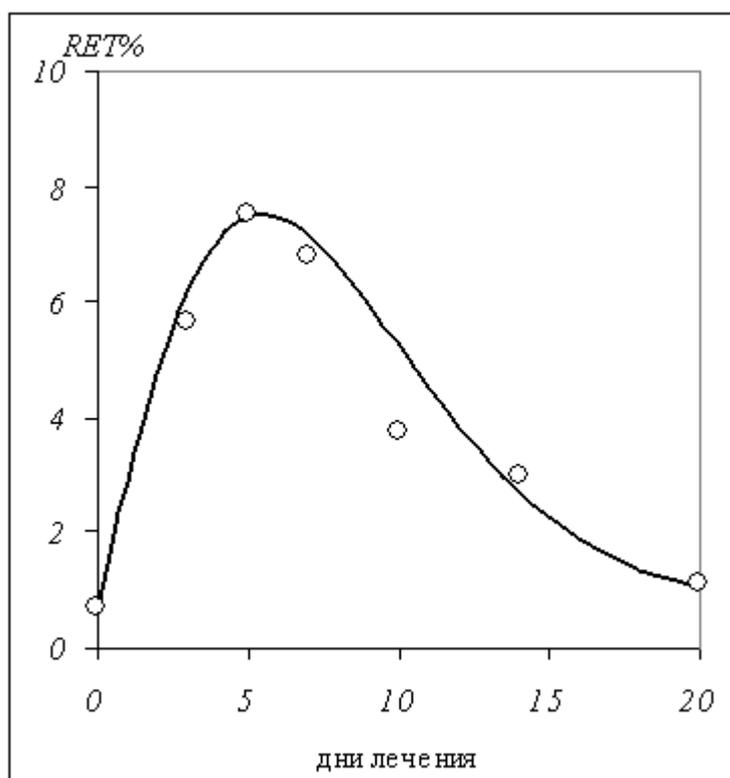


Рисунок 1 - Изменение содержания ретикулоцитов в процессе лечения анемии B_{12}

Такую функцию будем называть функцией со смещением. Предлагается следующий вид общей S -функции, позволяющей хорошо описывать динамику показателей общего анализа крови:

$$S = HGe^{1-G} + S_{st},$$

где $G = D^c - u^c + 1$,

$$а D = u \frac{x-a}{b-a}$$

Вид функции в зависимости от значений ее параметров выглядит следующим образом (рис.2):

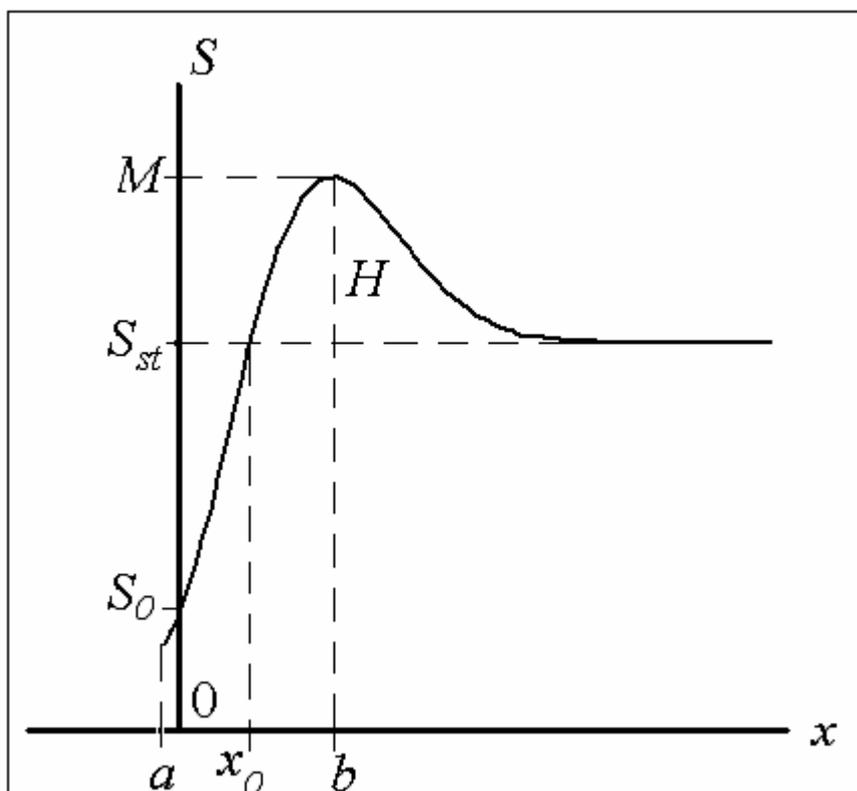


Рисунок 2 - Общий вид функции со смещением.

При $x=a$ и $x=b$ определяется положение экстремумов функции, а величина u задает крутизну функции между экстремумами и позволяет перемещать значение S в экстремуме на значительное удаление от S_{st} . Параметр c влияет на форму функции. Параметр $H = M - S_{st}$.

Параметры, позволяющие S -функции наилучшим образом описывать экспериментальные точки, можно установить либо минимизацией квадратичной ошибки, либо по самим экспериментальным точкам. В последнем случае по графику определяются значения b , M , S_0 , и S_{st} . Вводятся вспомогательные пара-

метры $t = \left(\frac{au}{a-b} \right)^c - u^c + 1$ и $F = \frac{S_0 - S_{st}}{M - S_{st}}$, между которыми связь $F = te^{1-t}$.

Причем при $u > 1$ t и F отрицательны.

Вычисляем для случая $-1 < t < 0$ зависимость t от F приближенно по формуле $t = -(-F)^{0.8445}$ (рис.3). Затем находим a :

$$a = \frac{b}{1 - \frac{u}{(u^c + t - 1)^{\frac{1}{c}}}}$$

В случае несмещенной S -функции выбираем для u значение $u=1$. Тогда

$$S = HD^c e^{1-D^c} + S_{st}, \text{ где } D = \frac{x-a}{b-a}. \text{ Вспомогательные параметры}$$

$$t = \frac{a^c}{(a-b)^c} \text{ и } F = \frac{S_0 - S_{st}}{M - S_{st}}, \text{ причем } 0 < t < 1 \text{ и } 0 < F < 1. \text{ Вычисляем } t \text{ от } F \text{ прибли-$$

женным образом по формуле $t = 1 - (1 - F^{1.6})^{0.6}$ (рис.4), затем находим a :

$$a = \frac{bt^{\frac{1}{c}}}{t^{\frac{1}{c}} - 1}$$

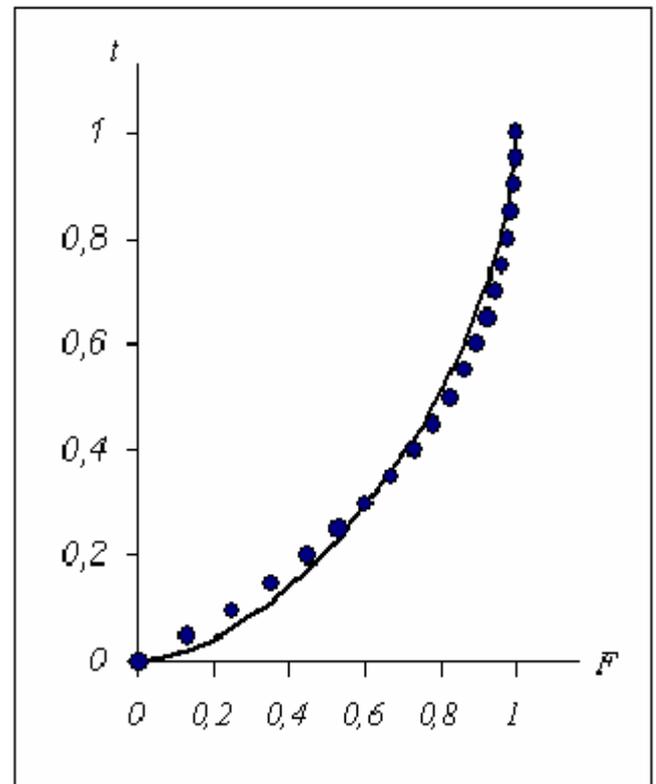
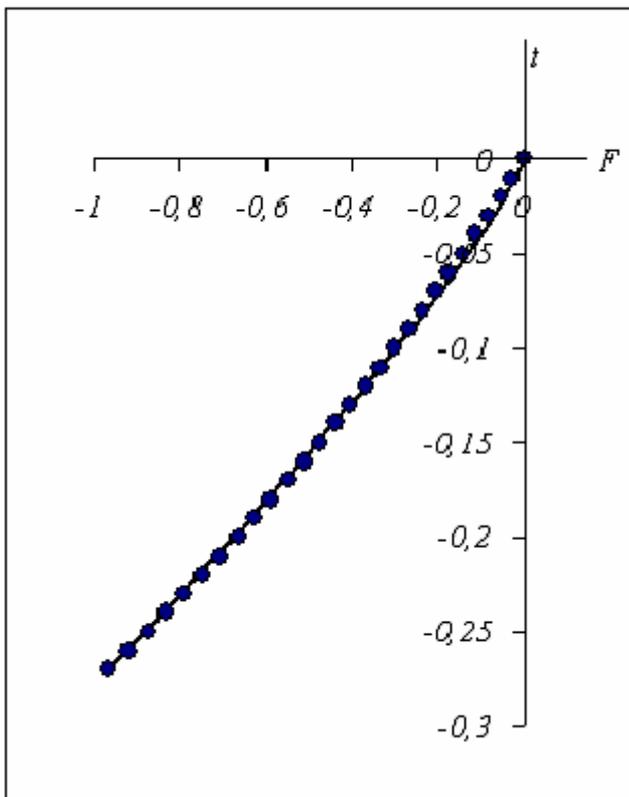


Рисунок 3 - Аппроксимация t от F

Рисунок 4 - Аппроксимация t от F

Таким образом, в результате проделанной работы найдена универсальная S -функция, позволяющая хорошо описывать динамику лечения V_{12} -дефицитной анемии по многочисленным показателям гемограммы. В частности, были аппроксимированы HGB (гемоглобин), HCT (гематокрит), MCV (средний объем эритроцитов), MCH (среднее содержание гемоглобина в эритроците), $MCHC$ (средняя концентрация гемоглобина в эритроците), RDW (ширина распределения эритроцитов по объему), $Ret\%$ (относительное количество ретикулоцитов), $Ret\#$ (абсолютное количество ретикулоцитов), $IRF\%$ (фракция незрелых ретикулоцитов), $LFR\%$, (фракция ретикулоцитов с низкой флуоресценцией), $MFR\%$ (фракция ретикулоцитов со средней флуоресценцией), $HFR\%$ (фракция ретикулоцитов с высокой флуоресценцией), $Ret-He$ (содержание гемоглобина в ретикулоцитах), $RBC-Y$ (расчетный показатель размера эритроцитов по значению канала прямого светорассеяния), $RET-Y$ (расчетный показатель размера ретикулоцитов по значению канала прямого светорассеяния) , WBC (лейкоциты).

При этом смещенная S -функция применялась только для $Ret\%$ ($u=1.21$) и $Ret-He$ ($u=1.1$), в остальных случаях $u=1$. В случаях аппроксимации HGB , HCT , MCV , MCH , $MCHC$ и $RBC-Y$ параметр $b=0$, то есть экстремум M совпадал с S_0 . Параметр c колебался в диапазоне от 1 до 2.3, а параметр a от -8 до -0.8. Но во всех случаях S -функция адекватно описывала экспериментальные точки.