

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ГЕМОПОЭЗА ПРИ ЛЕЧЕНИИ ЖЕЛЕЗОДЕФИЦИТНОЙ АНЕМИИ С ПОМОЩЬЮ ЭНТРОПИИ

Шарай И.А.

Научный руководитель – доцент Онищук С.А.

Кубанский государственный университет

Энтропия - мера беспорядка системы, состоящей из многих элементов. Организм человека является сложной открытой системой, состоящей из множества подсистем, каждая из которых имеет целый ряд процессов, направленных на поддержание состояния организма на равновесном уровне, с определенным значением энтропии. Значение равновесного уровня может изменяться в зависимости от внешних условий, а также при наличии различных патологий, действие которых в большинстве случаев приводит к повышению энтропии.

В ходе лечения, целью которого является приведение организма в состояние, наиболее близкое к нормальному, происходит изменение большинства показателей систем организма. Исследование этих изменений в ходе лечения необходимо для определения правильности выбранного курса лечения и своевременного внесения поправок, а также для моделирования развития заболевания, что позволяет прогнозировать его развитие.

При отдельном рассмотрении совокупности показателей гемограммы как отдельной структурированной системы, имеющей сложную взаимосвязь между собой и другими системами, анализ изменений информационных характеристик периферического звена гемопоэза позволяет получить интегральные критерии состояния биологической системы в ходе лечения.

Целью данной работы являлось моделирование изменения информационной энтропии (ИЭ) показателей лейкоцитарной формулы в процессе лечения железодефицитной анемии (ЖДА) и сравнение полученных результатов с моделью изменения абсолютного уровня ретикулоцитов (RET).

Для вычисления значений энтропии использовалась формула Шеннона:

$$S' = - \sum_{i=1}^n p(i) \cdot \log_2 p(i),$$

где $p(i)$ – доля данного типа лейкоцитов.

Для моделирования была выбрана S-функция:

$$S = H \cdot G \cdot e^{1-G} + S_{st},$$

где $G = D^c - u^c + 1$, а $D = u \frac{x-a}{b-a}$

Здесь x – дни лечения, S_{st} , - уровень стабилизации показателя в процессе лечения. При $x=a$ и $x=b$ определяется положение экстремумов функции, а величина u задает крутизну функции между экстремумами. Параметр c влияет на форму функции, $H = M - S_{st}$, где M – уровень показателя в экстремуме.

Для проведения исследований были отобраны данные двух пациентов, полученные в ходе лечения ЖДА. У каждого из пациентов с помощью S-функции были промоделированы показатели уровня ретикулоцитов и энтропии.

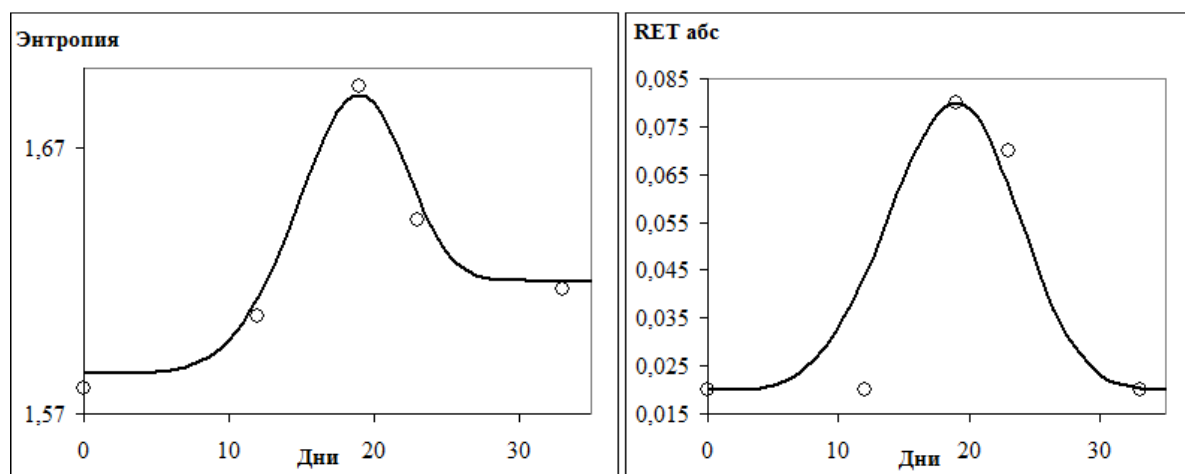


Рис.1 Сравнение результатов моделирования значений уровня ретикулоцитов и энтропии в ходе лечения первого пациента.

На рис.1 показаны модели, полученные для первого пациента. В процессе лечения значения ИЭ и RET, равные в начале $1,58$ и $0,02 \cdot 10^{12}$ соответственно, достигают максимума на девятнадцатый день, принимая значения $1,69$ и $0,08 \cdot 10^{12}$. После тридцатого дня значения выходят на стабильные уровни, равные $1,62$ для информационной энтропии и $0,02 \cdot 10^{12}$ для уровня ретикулоцитов.

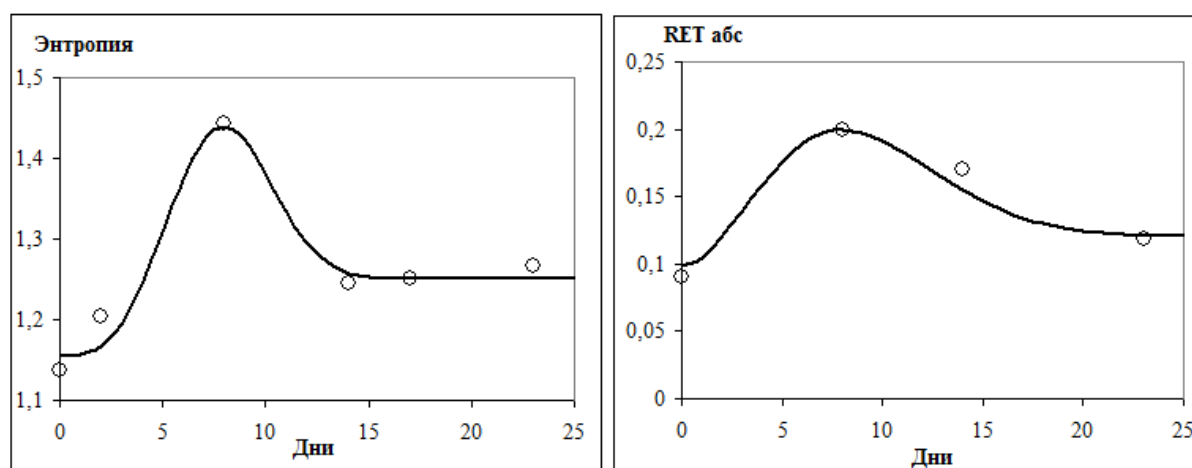


Рис.2 Сравнение результатов моделирования значений уровня ретикулоцитов и энтропии в ходе лечения второго пациента.

Аналогичная картина наблюдается при моделировании данных второго пациента. На восьмой день уровни ИЭ и RET, имеющие до лечения показатели $1,14$ и $0,09 \cdot 10^{12}$ соответственно, принимают максимальные значения, равные $1,44$ и $0,2 \cdot 10^{12}$. Далее уровни принимают значения $1,25$ и $0,12 \cdot 10^{12}$, что соответствует новому стабильному состоянию организма.

В приведенных выше примерах, значения уровней ретикулоцитов и величины информационной энтропии, вычисленной для лейкоцитарной формулы, изменяются

схожим образом, при одновременном достижении максимальных значений и аналогичном выходе на стабильные уровни.

Таким образом, в ходе исследования энтропии лейкоцитарной формулы при лечении железодефицитной анемии, была установлена связь между динамикой ИЭ и ретикулоцитов. Следует предположить, что в процессе восполнения дефицита железа в организме изменение, происходящее с составом частиц крови, имеет сильную взаимосвязь. Видимо, в неравновесном состоянии усиливается поступление информации в костный мозг, что приводит к согласованному изменению работы кроветворной системы организма. Естественно предположить, что изменения могут затронуть энтропию и других систем, оказывая влияние на весь организм в целом.