АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КЛЕТОК ПЕЧЕНИ В ЛАТЕНТНЫЙ ПЕРИОД ВИРУСА ГЕПАТИТА В

Тургунов Аброржон Махаматсолиевич
PhD, доцент, Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезми
a.turgunov@tuit.uz
Бердикулов Абдулазиз Абдукодир угли
Рахматуллаев Жасурбек Ёкубжон угли
Абдуллаев Хаётжон Кувондик угли
Абдулхамидов Аборбек Икромджон угли
Студенты, Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезми

Аннотация. *В настоящее время необходимо создать программное обеспечение для компьютерного анализа регуляторных механизмов взаимодействия клеток печени и вирусов гепатита В при развитии вирусного гепатита В, представляющего опасность для населения планеты, с использованием технологий компьютерного моделирования. Квазистационарный период вирусов гепатита В считается латентной формой вируса гепатита В. Важно отметить, что контагиозность латентной вирусной инфекции гепатита В в 100 раз выше, чем контагиозность инфекции вируса СПИДа. Поэтому изучение регулятирика клеток печени в латентный период вирусов гепатита В является одной из актуальных проблем.*

Ключевые слова. *регуляторика, молекулярно-генетические системы, вирусов гепатита В, клетки печени, качественный анализ, компьютерная модель, латентный период, квазистационарный период.*

Annotatsiya. *Hozirgi vaqtda sayyoramiz aholisi uchun xavf tug‘diruvchi virusli gepatit B ning rivojlanishida jigar hujayralari va gepatit B viruslari o‘rtasidagi o‘zaro ta'sirning regulyator mexanizmlarini kompyuterda modellashtirish texnologiyalaridan foydalangan holda kompyuter tahlili uchun dasturiy ta’minot yaratish zarur. Gepatit B viruslarining kvaz-statsionar davri gepatit B virusining yashirin shakli hisoblanadi. Shuni ta’kidlash kerakki, yashirin gepatit B virusli infektsiyasining yuqumliligi OITS virusi infektsiyasidan 100 baravar yuqori. Shuning uchun gepatit B viruslarining*

© Тургунов А. М., 2025

yashirin davrida jigar hujayralarining regulyatorikasini o‘rganish dolzarb masalalardan biridir.

Kalit so‘zlar: *regulyatorika, molekulyar genetik tizimlar, gepatit B viruslari, jigar hujayralari, sifatiy tahlil, kompyuter modeli, yashirin davr, kvazistasionar davr.*

Abstract. *At present, it is necessary to create software for computer analysis of regulatory mechanisms of interaction between liver cells and hepatitis B viruses during the development of viral hepatitis B, which is dangerous for the population of the planet, using computer modeling technologies. The quasi-stationary period of hepatitis B viruses is considered a latent form of the hepatitis B virus. It is important to note that the contagiousness of latent hepatitis B viral infection is 100 times higher than the contagiousness of the AIDS virus infection. Therefore, the study of liver cell regulatorika during the latent period of hepatitis B viruses is one of the urgent problems.*

Keywords: *regulatorika, molecular genetic systems, hepatitis B viruses, liver cells, qualitative analysis, computer model, latent period, quasi-stationary period.*

Введение

Известно, что вирусы гепатита В являются наиболее распространёнными опасными вирусами, вызывающими инфекционный вирусный гепатит В в печени. До встречи с клетками печени вирусы гепатита В существуют в крови человека в кристаллическом состоянии, то есть в состоянии латентной активности. Одним из важных вопросов является изучение воздействия вирусов гепатита В на клетки печени в латентный период.

1. Математический модель

Математическая модель регуляторика клеток печени в латентный период вирусов гепатита В выглядит следующим образом [1]:

$$\varepsilon \frac{dX(t)}{dt} = \frac{aX^2(t-1)}{1-c+bcX(t-1)+(1-cd)X^2(t-1)} - X(t);\ \ t>1;$$
$$X(t)=\phi(t)>0,\ t\in[0,1] \qquad (1)$$

где $X(t)$ представляет собой активность генетических систем клеток печени в латентный период вирусов гепатита В; ε, a, b, c, d - параметры уравнения

модели; $\phi(t)$ - положительное непрерывное начальное состояние на отрезке $[0,1]$. Все параметры положительные.

2. Метод Рунге-Кутты четвертого порядка

Математические трудности могут возникнуть при получении решений модельного уравнения регуляторика клеток печени в латентный период вирусов гепатита В. Для получения численных решений уравнения математической модели регуляторика клеток печени в латентный период вирусов гепатита В мы используем метод Рунге-Кутты четвертого порядка [2]:

$$X(t_0) = X_0\,;\ t_i = t_{i-1} + h;\quad h = 0.001;\quad i = 1,2,\ldots$$
$$X_{i+1} = X_i + h(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)/6. \tag{2}$$

Где

$$k_1 = f(t_i,\ X(t_i),\ X(t_i - 1));$$
$$k_2 = f(t_i + \frac{h}{2},\ X(t_i + \frac{h}{2}k_1),\ X(t_i + \frac{h}{2} - 1));$$
$$k_3 = f(t_i + \frac{h}{2},\ X(t_i + \frac{h}{2}k_2),\ X(t_i + \frac{h}{2} - 1)); \tag{3}$$
$$k_4 = f(t_i + h,\ X(t_i + hk_3),\ X(t_i + \frac{h}{2} - 1)).$$

На основе представленного выше численного метода расчета можно создать компьютерную модель для получения численных решений уравнений математической модели регуляторика клеток печени в латентный период вирусов гепатита В.

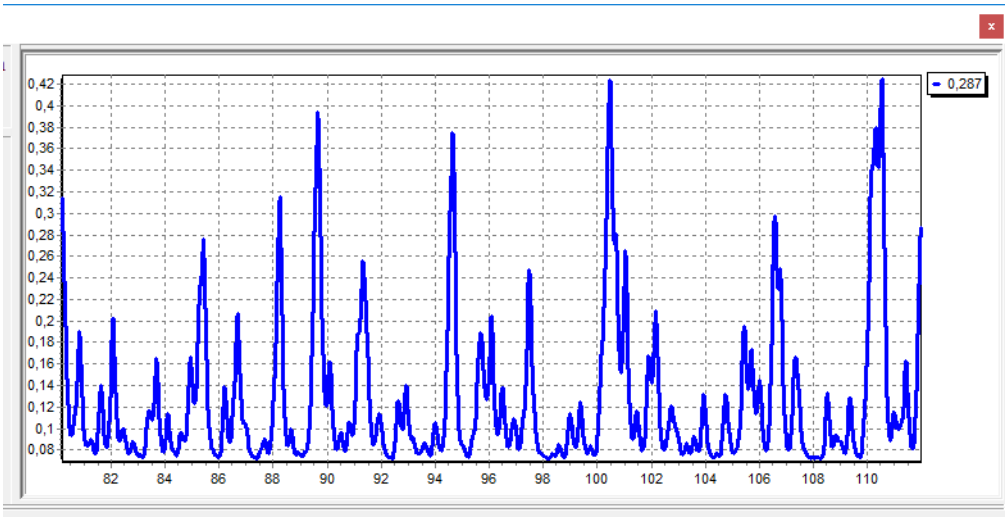

Рис. 1. Интерфейс компьютерной модели

3. Анализ режим «черного дыра» регуляторика клеток печени

При анализе динамического хаотического режима регуляторика клеток печени в латентный период вирусов гепатита В необходимо также проанализировать наличие режима «черного дыра» и возможность перехода к нему. Для этой цели была разработана программа для построения диаграмм Lameria.

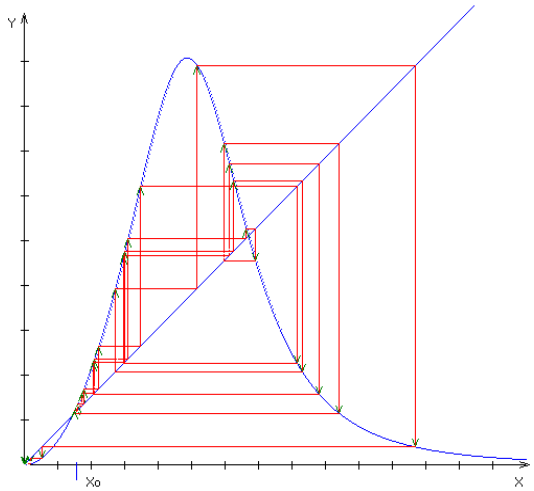

Рис. 2. Диаграмма Lameria

На рисунке 2 показано, что в латентный период вируса гепатита В клетки печени могут переходить из динамического хаотического режима активности в режим «черного дыра». Это означает, что функция клеток печени может внезапно прекратиться, что приведет к их гибели.

Режим «черного дыра» регуляторика клеток печени в латентный период вирусов гепатита В весьма опасен, и важно выявлять случаи перехода в этот режим. Поэтому необходимо проверить условия перехода в режим «черного

дыра». Проверим условие перехода в режим «черного дыра» с помощью следующего графика (рис. 3):

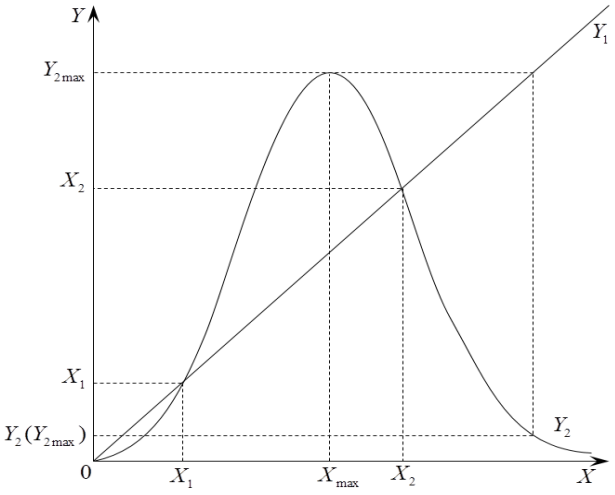

Рис. 3. Условие существования режима «черного дыра»

Как видно из рисунка 3, условие существования режима «черного ящика» следующее:

$$Y_2(Y_{2\max}) < X_1. \tag{4}$$

Чтобы определить $Y_2(Y_{2\max})$ в этом состоянии, рассмотрим состояние равновесия (1) и получим следующее [3]:

$$Y_2(Y_{2\max}) = \frac{a\left(\dfrac{4a(c-1)}{(bc)^2+4(1-cd)(c-1)}\right)^2}{1-c+bc\left(\dfrac{4a(c-1)}{(bc)^2+4(1-cd)(c-1)}\right)+(1-cd)\left(\dfrac{4a(c-1)}{(bc)^2+4(1-cd)(c-1)}\right)^2}. \tag{5}$$

Для простоты введем обозначения и примем найденные $Y_2(Y_{2\max})$ в условие (4):

$$\eta = bc;\ \mu = 1-cd;\ \delta = c-1;\ \rho = (4a\delta)^2;\ \upsilon = \left(\eta^2+4\mu\delta\right)^2;$$

$$\frac{a\rho}{4a\delta\eta\upsilon+\mu\rho-\delta\upsilon} < X_1. \tag{6}$$

(6) является условием существования режима «черного дыра», и если это условие выполняется, то наблюдается режим «черного дыра», и в результате этого прекращается деятельность регуляторных механизмов печеночных клеток.

Заключение

Разработанная математическая модель и программное обеспечение позволят проанализировать регуляторные механизмы клеток печени в латентный период вирусов гепатита В и выявить существующие режимы. Режим «черного дыра» регуляторика клеток печени в латентный период вирусов гепатита В представляет большую опасность для здоровья человека. Важно выявить и проанализировать наличие режима «черного дыра». Это имеет большое значение в спасении жизней людей и практической деятельности медицинских работников.

Литература

1. Сайдалиева М., Хидирова М.Б., Тургунов А.М. Исследование регуляторики клеток печени при квазистационарном функционировании молекулярно-генетической системы вируса гепатитат В // Сборник статей международной научно-технической конференции «Радиотехника, телекоммуникации и информационные технологии: проблемы и перспективы развития». Ташкент. 2015. Том I. – С. 71–74.

2. Пименов В.Г. Функционально-дифференциальные уравнения в биологии и медицине. Учебное пособие. Екатеринбург, 2008 г. – 92 с.

3. Тургунов А.М. Программное обеспечение для компьютерной модели регуляторика клеток печени при гепатите В // Сборник докладов Республиканской научно-технической конференции «Роль информационно-коммуникационных технологий в инновационном развитии отраслей экономики». 2019. Ташкент 2019. 2 – часть. – С. 115–118.