

التحليل الرياضي لفئة من نماذج الإصابة بفيروس نقص المناعة البشرية المكتسبة

الطالبة

ربا مصعب عبد الوهاب أبوكويك

بإشراف

د/ أحمد محمد عليو

د/ إبراهيم الزهراني

المستخلص

منذ العقد الماضي، احتلت دراسة فيروس نقص المناعة البشرية المكتسب (HIV) المسبب لمرض الإيدز (AIDS) محور الاهتمام في العديد من الأبحاث الطبية والرياضية. وتكمن خطورة الإصابة بهذا الفيروس أنه يهاجم جهاز المناعة لجسم الإنسان وبالتالي تتعطل قدرة الجسم على مقاومة الأمراض والعدوى التي يتعرض لها الإنسان مما يتسبب في الكثير من السرطانات والفيروسات الأخرى التي تؤدي بحياة المريض.

إن الهدف من هذه الرسالة هو اشتقاق بعض النماذج الرياضية المناسبة لوصف تفاعل فيروس HIV مع نوعين من خلايا الجهاز المناعي (الخلايا الليمفاوية CD4+T و الخلايا البلعومية macrophages). ومن ثم دراسة التحليل الشمولي لهذه النماذج مع الأخذ في الاعتبار زمن التأخير والذي يصف الوقت الذي تستغرقه إصابة الخلية بالفيروس ووقت إنتاج الخلية المصابة لفيروسات جديدة. إضافة إلى ذلك قمنا بإضافة تأثير الخلايا المناعية (CTL immune response) على الخلايا المصابة بالفيروس حيث أنه بإمكانها التعرف على الكثير من هذه الخلايا المصابة ومن ثم القضاء عليها. ثلاث صور لمعدل التصادم بين الفيروسات والخلايا السليمة تم دراستها وهي عبارة عن دوال غير خطية. عن طريق بناء دالة (Lyapunov) المناسبة ندرس الاستقرار الشمولي لنقاط الاتزان لهذه النماذج.

Mathematical analysis of a class of HIV infection models

By:

Roba Mosab Abukwaik

Supervised By:

Dr. Ahmed Mohamed Elaiw

Dr. Ebrahim AlZahrani

Abstract

Modeling, analysis and control of human immunodeficiency virus (HIV) infection have attracted the interests of mathematicians during the recent years. Several mathematical models exist and adequately explain the HIV dynamics as well as the effect of antiviral treatment. However, none of these models can completely exhibit all that is observed clinically and account the full cause of infection. In this thesis, we propose three HIV dynamics models and study their basic and global properties. Studying such properties is important for understanding the associated characteristics of the HIV dynamics and guide for developing efficient antiviral drug therapies. These models are 6-dimensional that describe the interaction of the HIV with two classes of target cells, $CD4^+T$ cells and macrophages and take into consideration the cytotoxic T lymphocytes (CTL) immune response. Two types of distributed time delays are incorporated into the models to describe the time needed for infection of target cell and virus replication. The incidence rate of infection has been given in three forms, bilinear incidence rate, saturation functional response and Crowley-Martin functional response. By constructing Lyapunov functionals and using Lasalle's invariance principle, we have

established that the global stability of the models is determined by two threshold numbers, the basic reproduction number R_0 and the immune response reproduction number R_0^* . We have proven that, if $R_0 \leq 1$, then the uninfected steady state is globally asymptotically stable (GAS), if $R_0^* \leq 1 < R_0$, then the infected steady state without CTL immune response is GAS, and if $R_0^* > 1$, then the infected steady state with CTL immune response is GAS. Some numerical simulations are performed to illustrate the main theoretical results. We have shown that, the simulation results are consistent with the theoretical ones.