



ISSN: 0067-2904

Design of Optimal Control for the In-host Tuberculosis Fractional Model

Sanaa L. Khalaf*, Mohammed S. Kadhim

Department of Mathematics, College of Science, University of Basrah , Basrah, Iraq

Received: 30/8/2022

Accepted: 24/1/2023

Published: 30/12/2023

Abstract

In this article, we investigate a mathematical fractional model of tuberculosis that takes into account vaccination as a possible way to treat the disease. We use an in-host tuberculosis fractional model that shows how Macrophages and Mycobacterium tuberculosis interact to knowledge of how vaccination treatments affect macrophages that have not been infected. The existence of optimal control is proven. The Hamiltonian function and the maximum principle of the Pontryagin are used to describe the optimal control. In addition, we use the theory of optimal control to develop an algorithm that leads to choosing the best vaccination plan. The best numerical solutions have been discovered using the forward and backward fractional Euler method.

Keywords: Tuberculosis fractional model, Hamiltonian function, Optimal control, Pontryagin's maximum principle.

تصميم التحكم الأمثل للنموذج الكسري لمرض السل داخل المضيف

سناء لفته خلف*, محمد ساري كاظم

قسم الرياضيات, كلية العلوم, جامعة البصرة, البصرة, العراق

الخلاصة

في هذا البحث ، درسنا نموذجاً رياضياً كسرياً لمرض السل الذي أخذ في الاعتبار التطعيم كطريقة ممكنة لعلاج المرض. استخدمنا نموذجاً كسرياً لمرض السل داخل المضيف الذي أظهر كيفية تفاعل البلاءم والسل المتقطرة لمعرفة كيف تؤثر علاجات التطعيم على الضامة التي لم تُصاب بالعدوى. تم إثبات وجود السيطرة المثلى. يتم استخدام دالة هاميلتونين والمبدأ الأقصى لبونترياكن لوصف التحكم الأمثل. بالإضافة إلى ذلك ، نستخدم نظرية التحكم الأمثل لتطوير خوارزمية تتيح لنا اختيار أفضل خطة تطعيم. تم اكتشاف أفضل الحلول العددية باستخدام طريقة أولير الكسرية الأمامية والخلفية.

1. Introduction

Tuberculosis is an infectious disease with a high death rate in many countries. It is caused by an agent called Mycobacterium tuberculosis. Tuberculosis is still one of the leading causes of death in the world today. According to the World Health Organization's 2019 Global Tuberculosis Report [1], eight countries are responsible for two-thirds of the total number of TB cases worldwide: India (27%), China (9%), Indonesia (8%), the Philippines (6%), Pakistan (6%), and Nigeria (4%).

*Email: mohammed.sari@uobasrah.edu.iq