

Streszczenie

Modelowanie gojenia i regeneracji złamanej kości wymaga wielodyscyplinarnych badań, ponieważ biologiczne procesy zależą w dużym stopniu od własności fizycznych i struktury tkanki oraz od obciążeń mechanicznych. W okresie ostatnich kilkadziesiąt lat pojawiło się wiele modeli opisujących funkcjonalną adaptację kości i procesy ich gojenia i regeneracji. Jednak wciąż nie wszystkie procesy odpowiedzialne za gojenie kości zostały dostatecznie zbadane. W niniejszej pracy zaproponowano i przebadano nowe modele matematyczne, w których uwzględniono ważne mechanizmy i zależności nie brane dotychczas pod uwagę.

Pierwsza część pracy stanowi wstęp, gdzie przedstawiono uzasadnienie podjęcia tematu oraz główne tezy i cel pracy. W drugiej części omówiono aktualny stan wiedzy, budowę i funkcje kości, rolę i funkcje komórek, rodzaje złamań i etapy gojenia kości oraz scharakteryzowano różne materiały kościozastępcze. Dalsza, trzecia i następne części pracy stanowią oryginalny wkład autorki. Trzeci rozdział zawiera propozycję trzech modeli matematycznych. Pierwszy dotyczy początkowego etapu gojenia, drugi dalszych etapów, a w trzecim uwzględniono oddziaływania między bioresorbowalnym, biodegradowalnym, porowatym materiałem kościozastępczym i żywą tkanką. Te trzy modele zostały zaimplementowane w programie komputerowym i wykorzystane w symulacjach numerycznych, w których przebadano rolę i zależności pomiędzy różnymi parametrami a procesami gojenia i regeneracji (czwarty rozdział). Na podstawie tych symulacji można wyciągnąć wnioski dotyczące krytycznej wielkości szczeliny między odłamami, wartości parametrów takich jak porowatość, wytrzymałość, szybkość resorpcji materiałów kościozastępczych jakie są niezbędne do prawidłowego zrostu i regeneracji kości.

Słowa kluczowe: modelowanie, zrost i regeneracja kości, mechanoregulacja, materiał kościozastępczy

Abstract

Modelling of healing and regeneration of a bone fracture requires multidisciplinary research, because biological processes depend to a large extent on physical properties and tissue structure as well as on mechanical loads. Over the last few decades many models have been developed to describe functional bones adaptation and their healing and regeneration. However, still not all processes responsible for bone healing have been completely explained. In the present work, new mathematical models were proposed and tested, in which important mechanisms and dependencies not yet taken into account were considered.

In the first part of the work the basic goals of the work are discussed. In the second chapter the current state of knowledge, structure and functions of bones, the role and functions of cells, types of fractures and stages of bone healing as well as various bone substitute materials were discussed. The third and the next chapters represent the original contribution of the author. In the third part, three mathematical models were proposed. The first one refers to the initial healing stage, the second to the subsequent stages, and the third one includes the description of interactions between the bioresorbable, biodegradable, porous bone substitute material and the living bone tissue. These three models were implemented in computer program and used in computer simulations in which the role and relationships between various parameters and healing and regeneration processes were examined. This is discussed in the fourth chapter. Results of the simulations lead to the conclusions regarding the critical gap size between bone fragments, values of parameters such as porosity, strength, degradation rate of the bone substitute material which are necessary for successful bone union and regeneration.

Keywords: modelling, bone union and regeneration, mechanoregulation, bone substitute material