

Streszczenie

Głównym celem rozprawy było sformułowanie matematycznego modelu wzrostu wyrośli kostnych zachodzącego podczas zmian zwyrodnieniowych stawów. Prezentowany model został opracowany na podstawie analizy przyczyn powstawania i przebiegu choroby, jaką jest osteoartroza, a także na podstawie informacji dotyczących budowy stawów i elementów składowych, takich jak tkanka kostna i tkanka chrzęstna. W pracy uwzględniono przegląd literatury w zakresie modeli „in vivo” i „in silico” procesów związanych z osteoartrozą. Na tej podstawie zidentyfikowano najistotniejsze czynniki z pogranicza biologii i mechaniki warunkujące przebieg procesu wzrostu wyrośli kostnych - osteofitów. Zaproponowany nowy model matematyczny uwzględnia takie efekty jak powstawanie nowych naczyń krwionośnych z istniejącej sieci naczyniowej, to znaczy tak zwany proces angiogenezy, obciążenia mechaniczne, sygnalizacja międzykomórkowa i mikrostruktura tkanek. Prezentowany model teoretyczny zbudowany jest z układu równań różniczkowo-całkowych i opisuje nielocalne zmiany gęstości naczyń krwionośnych, produktów odżywczych, mikropęknięć i zmiany wartości modułu Young’a, jak również zmiany gęstości komórek kostnych. Dodatkowo, w celu zweryfikowania jednego z założeń niniejszej rozprawy, czyli wpływu obciążeń mechanicznych na żywe komórki, zaplanowano i przeprowadzono doświadczenie „in vitro” na mysich komórkach. Przy wykorzystaniu wspomnianego modelu matematycznego zostały przeprowadzone symulacje numeryczne w programie COMSOL Multiphysics z wykorzystaniem metody elementów skończonych. Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że model opisuje wzrost wyrośli kostnych podczas przebiegu zmian zwyrodnieniowych stawów zgodnie z założeniami i przewidywaniami opartymi na literaturze medycznej i obserwacjach klinicznych. Model jest oryginalny i odzwierciedla współzależności między wybranymi efektami biomechanicznymi oraz tendencje zachodzących zmian zwyrodnieniowych.

Słowa kluczowe: modelowanie matematyczne, osteoartroza, wyrośla kostne, angiogeneza