

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ВИВЧЕННІ РОЗПОДІЛУ НАПРУЖЕНЬ ПРИ ВИКОРИСТАННІ НИЗЬКОМОДУЛЬНОГО $\alpha(\text{Zr,Ti})$ СПЛАВУ В ОРТОПЕДІЇ ТА ТРАВМАТОЛОГІЇ

Вступ

Клінічні результати в ортопедії та травматології при хірургічних втручаннях з встановленням імплантату значною мірою залежать від механічної сумісності матеріалу імплантату з кістковою тканиною. Під впливом зовнішніх та внутрішніх навантажень внаслідок різниці механічних властивостей системи кістка-імплантат виникає ефект екранування деформуючих напружень (stress shielding effect), що призводить до розвитку остеопору (демінералізація, лізіс та ін.) кісткової тканини, до мікротрощів та утворенню продуктів тертя, які розносяться фізіологічними рідинками по всьому організму. Для вивчення повної картини біомеханосумісної поведінки системи кістка-імплантат неможливе використання прямих механічних іспитів внаслідок ряду причин: складної геометрії кістки, руйнівні методи випробовувань, значна різниця в механічних характеристиках живої та мертвої кісткових тканин, нерівномірність розподілу пружних деформацій в системі по перерізу, складна схема навантажень та ін. Вище зазначені факти суттєво впливають на клінічні показники хірургічного втручання, тому було запропоновано використання методів комп'ютерного моделювання для їхнього чисельного визначення.

Основна частина

Методом кінцевих елементів була створена модель інтерактивної взаємодії системи імплантат-кісткова тканина. Побудовані геометричні об'ємні моделі трубчастої кістки з циліндричним імплантатом всередині на основі сплавів з різними модулями пружності (SUS316L-200ГПа; ВТ-6-

110ГПа; $\alpha(\text{Zr,Ti})$ -50ГПа). Побудова моделі трубчастої кістки реалізована за рахунок отримання 3D реконструкції комп'ютерної томографії реальної кістки кроля з подальшим експортом в математичне середовище моделювання. Використання даного методу моделювання надало можливість проводити дослід з анатомічно відповідною моделлю, що підвищило достовірність отриманих результатів. До отриманої моделі прикладалися зовнішні навантаження, що імітували реальну поведінку системи, а саме: кручення, згин та стиснення. Показано розподіл навантажень при використанні різних матеріалів в якості імплантата, виявлялися ділянки з максимальними та мінімальними пружними деформаціями.

На основі отриманих результатів було показано, що при використанні високо- та середньомодульних сплавів спостерігається максимальний ефект екранування деформуючих напружень (stress shielding effect), при використанні низькомодульного $\alpha(\text{Zr,Ti})$ -сплаву спостерігається розподіл внутрішніх напружень, близьких до розподілу в неімплантованій трубчастій кістці.

Висновки

В результаті виконаної роботи встановлено, що низькомодульний $\alpha(\text{Zr,Ti})$ -сплав є найбільш біомеханосумісний з кістковою тканиною у порівнянні з широко застосованими у медичній практиці сплавами медичного призначення. Доведено відповідність механічних властивостей сплаву властивостям кісткової тканини, а отже низькомодульний $\alpha(\text{Zr,Ti})$ -сплав може бути рекомендований в якості матеріалу для виготовлення ендопротезів.