

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВАРІАНТІВ ФІКСАЦІЇ ТРАНСПЛАНТАТА ДО ПЕРЕДНЬОЇ ПОВЕРХНІ ГЛЕНОЇДА ПРИ ВИКОНАННІ ОПЕРАЦІЇ ЛАТЕРЖЕ

Головаха М.Л.¹, Кузнецов Б.А.¹, Карпінський М.Ю.², Ярьсько О.В.²

¹Запорізький державний медичний університет

²ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І.Ситенка НАМН України»

Мета. На математичній моделі вивчити зміни, які відбуваються в напружено-деформованому стані моделі плечового суглоба в залежності від варіантів фіксації трансплантата, які можуть виникати при виконанні операції Латерже.

Матеріали та методи. Проведене математичне моделювання напружено-деформованого стану плечового суглоба при різних варіантах фіксації трансплантата на передній поверхні гленоїда, які можуть виникати при виконанні операції Латерже. Моделювали варіанти проведення фіксуючих гвинтів відносно площини суглобової поверхні гленоїда та варіанти висоти фіксації трансплантата на передньому краю гленоїда. При навантаженні моделі імітували падіння на руку в положенні відведення та 90° зовнішньої ротації. Для цього до дистального відділу ліктьової кістки прикладали розподілене навантаження величиною 300 Н.

Результати. При падінні на лікоть максимальні напруження виникають в дистальному відділі плечової кістки (10,6 МПа) та на ості лопатки (8,9 МПа). На гленоїді максимальні значення напружень визначаються на його краях в середній частині на задньому краю 7,5 МПа та 7,4 МПа в нижній частині переднього краю. Трохи менші напруження спостерігаються у верхній частині заднього краю гленоїда: 6,5 МПа. Мінімально напруженою виявляється нижня частина заднього краю суглобової поверхні гленоїда, де напруження не перевищують позначки 3,2 МПа. В центрі суглобової поверхні гленоїда напруження визначаються на рівні 3,4 МПа.

Наявність вільного трансплантату та металевих елементів на гленоїді призводить до змін на передньому краю гленоїда, де величини напружень збільшилися до 15,3 МПа в нижній частині та до 8,6 МПа – в середній. Також, до 8,6 МПа підвищилися напруження в середині заднього краю гленоїда, і до 7,5 МПа в його верхній частині. Фіксуючі гвинти взяли на себе основне навантаження, про що свідчать величини напружень, що виникають в них – 53,5 МПа на верхньому гвинті, 45,7 МПа – на нижньому.

Проведення фіксуючих гвинтів під кутом 10° до площини суглобової поверхні гленоїда призводить до підвищення напружень по всьому задньому краю гленоїда, до 8,2 МПа в верхній частині, 7,6 МПа – в середині, 4,7 МПа – в нижній частині. Підвищення рівня напружень визначається в центрі суглобової поверхні гленоїда – до 3,6 МПа, та на ості лопатки – до 10,4 МПа. Напруження на фіксуючих гвинтах теж незначно підвищуються, і визначаються на рівні 53,1 та 46,1 МПа на верхньому та нижньому гвинтах, відповідно.

Збільшення величини кута проведення фіксуючих гвинтів до 20° веде до невеликого зниження величини напружень, практично, на всіх контрольних точках моделі. Виняток складає верхня частина заднього краю гленоїда, де напруження підвищуються до рівня 9,7 МПа. Максимальне зниження висоти фіксації трансплантату веде до наближення величин напружень на суглобової поверхні гленоїда до показників моделі в нормі. Високий рівень напружень 9,6 МПа зберігається на ості лопатки. Найбільші зміни величин напружень визначаються на фіксуючих гвинтах, де фони падають до 17,0 МПа на верхньому гвинті та до 20,8 МПа – на нижньому.

Переміщення трансплантату в середню частину переднього краю гленоїда призводить до підвищення рівня напружень на верхній частині заднього краю гленоїда – до 6,5 МПа та в середній частині переднього краю – до 5,2 МПа. На фіксуючих гвинтах маємо підвищення до 68,5 МПа на верхньому гвинті та зниження до 42,8 МПа на нижньому.

При фіксації трансплантата у верхнього краю гленоїда максимальні напруження виявляються на ості лопатки – 9,6 МПа. На суглобової поверхні гленоїда самим навантаженим визначається середня частина переднього краю – 8,6 МПа. У верхній та

ніжній частинах переднього краю гленоїда напруження визначаються на рівні 5,5 МПа та 4,9 МПа, відповідно. Задній край гленоїда визначається менш навантаженим, максимум напружень не перевищує позначки 6,7 МПа в його нижній частині, в середній та верхній частинах напруження набувають значень 5,1 МПа та 5,8 МПа, відповідно. Мінімальні за величиною напруження 3,4 МПа спостерігаються в центральній часті суглобової поверхні гленоїда. Напруження на фіксуючих гвинтах набувають значення 49,5 МПа на верхньому та 43,8 МПа на нижньому.

Висновки. Наявність кісткового трансплантату, фіксованого металевими гвинтами в зоні дефекту на передньому краю гленоїда, призводить до підвищення рівня напружень в кісткових елементах моделі.

Зміни в напружено-деформованому стані моделі плеча відбуваються, також, від кута проведення гвинтів, фіксуючих трансплантат. Найбільший рівень напружень визначали при проведенні фіксуючих гвинтів під кутом 10° , найнижчий – при проведенні гвинтів паралельно суглобової поверхні гленоїда. Напруження на фіксуючих гвинтах незначно підвищувалися зі збільшенням кута проведення гвинтів.

При дослідженні висоти фіксації трансплантату найбільш сприятливим варіантом, з точки зору розподілу напружень на суглобовій поверхні гленоїда та фіксуючих гвинтах, є його розташування в нижній частині переднього краю гленоїда.