

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ЦЕПИ «ПОЯСНИЧНЫЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА – КРЕСТЕЦ – ТАЗ» С УЧЕТОМ ОСНОВНЫХ СВЯЗОК КРЕСТЦОВО-ПОДВЗДОШНОГО СУСТАВА

¹Стауде В.А., ²Кондратьев А.В., ¹Карпинский М.Ю.

¹ГУ "Институт патологии позвоночника и суставов им. проф. М.И.Ситенко НАМН Украины»

²Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского "ХАИ"

Ключевые слова: крестцово-подвздошные суставы, поясничный отдел, крестец, связки.

Введение. Дисфункция крестцово-подвздошного сустава (КПС) является часто встречаемой причиной всех нижнепоясничных болей. Schwarzer и др.(1995) говорит о том, что дисфункция КПС является причиной боли в 30% случаев, Maigne и др.(1996) пишет о встречаемости в 20% случаев, Dreyfuss и др.(1996) отмечает 53% позитивных ответов при единичных блокадах КПС, Lasslet и др.(2003) отмечает в 33% случаев связь нижнепоясничной боли с КПС. В кинематической цепи опорного скелета важными звеньями, передающими нагрузки с позвоночника на таз являются крестец, крестцово-подвздошные сочленения и связки их окружающие. Крестцово-подвздошные суставы имеют объем ротационной подвижности около 4° (Vleeming A. 1991). Это позволяет оптимизировать передачу нагрузок в кинематической цепи «позвоночник – крестец – таз».

Цель работы: изучить НДС основных связок крестцово-подвздошного сочленения и элементов пояснично-крестцового отдела позвоночника с учетом различных вариантов поясничного лордоза и угла наклона краниальной поверхности крестца к горизонтали.

Материалы и методы. Модель была синтезирована на основе сканов компьютерной томографии поясничного отдела позвоночника, крестцово-подвздошных сочленений и таза 20 пациентов с разными вариантами угла наклона крестца. Полученная модель принята за основу. Конфигурация основных связок, влияющих на функцию КПС и положение нижнепоясничных сегментов относительно крестца, была синтезирована на основе сканов магнитно-резонансной томографии 10 пациентов и схемы их расположения по Капанджи А.И. (2009).

Результаты и их обсуждение. Анализ полученного напряженно-деформированного состояния модели пояснично-крестцового отдела и крестцово-подвздошного сустава при наличии подвздошно-поясничных, крестцово-остистых и крестцово-бугорных, вентральных и дорсальных крестцово-подвздошных связок показал, что связки ограничивают ротационную подвижность крестцово-подвздошного сочленения при всех величинах поясничного лордоза, натягиваясь или расслабляются в зависимости от направления движения.

Выводы.

1. Подвздошно-поясничные, крестцово-бугорные и крестцово-остистые связки снижают максимальные значения НДС во всех элементах системы «поясничный отдел позвоночника – крестец – таз» за счет, по-видимому, более рационального перераспределения нагрузок, при всех вариантах угла наклона краниальной пластинки крестца.

2. При физиологическом угле наклона крестца и физиологическом лордозе наблюдается наиболее равномерное распределение значений НДС во всех связках с небольшим повышением в крестцово-остистой. При увеличении нагружения эта картина меняется, мы видим максимальное значение НДС подвздошно-поясничной связке. Это свидетельствует о возрастающей роли подвздошно-поясничных связок в перераспределении нагрузок при вертикальном нагружении.

3. При вертикальном крестце и сглаженном лордозе максимальные значения НДС наблюдаются в подвздошно-поясничных связках.

4. При горизонтальном крестце и гиперлордозе максимальные значения НДС наблюдаются в подвздошно-поясничных связках, которые в пять раз больше, чем в других связках. Это говорит об избыточном нагружении этих связок при гиперлордозе.

5. Максимальные значения НДС в вентральных крестцово-подвздошных связках КПС наблюдаются при горизонтальном крестце и гиперлордозе, что свидетельствует о постоянных перегрузках суставной капсулы КПС.

Анотація Представлено результати численного моделювання та математичного аналізу за допомогою методу кінцевих елементів напружено-деформованого стану системи "поперековий відділ хребта – крижово-клубовий суглоб - таз" з різними варіантами нахилу крижі та поперекового лордозу з основними зв'язками. Показано особливості максимального та мінімального навантаження зв'язок в області крижово-клубового зчленування при різних варіантах нахилу крижі та поперекового лордозу.

Summary The article submits results of computer simulation and mathematical analysis of the stress-strain distribution by the finite element method in the "lumbar spine – sacroiliac joint – pelvis" system with main ligaments for different variants of sacral slope and lumbar lordosis. Peculiarities of the maximum and minimum stress in sacroiliac joint ligaments for different variants of sacral slope and lumbar lordosis are shown.