

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ



Национальный исследовательский
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

**Сборник материалов
XVI Российской научной
студенческой конференции**

Томск, 17–20 апреля 2018 г.



ТОМСК
«Издательство НТЛ»
2018

Компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния сегмента шейного отдела позвоночника и протеза межпозвоночного диска

Ю.А. Рикун¹, Т.В. Чайковская^{1,2}

¹Томский государственный университет, г. Томск

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск

Одной из важнейших конструкций человеческого организма является позвоночник. Его строение позволяет выполнять функции опоры и движения [1]. Подвижность позвоночника обеспечивается за счет такой важной его составляющей, как межпозвоночный диск.

В среднем и пожилом возрасте нередко такие явления, как дегенеративные изменения межпозвоночных дисков (МПД), которые являются причиной болей в спине и шеи. В этом случае радикальным методом лечения является замена межпозвоночного диска имплантатом. Адекватная разработка и индивидуальный подбор имплантатов играет решающую роль в лечении человека. Неправильный выбор материалов и конструкции имплантатов может привести к ухудшению состояния костной ткани и функционированию позвоночника в целом. Использование методов компьютерного моделирования позволяют более глубоко изучить закономерности функционирования человеческого организма в норме, при патологиях и способствует разработке и подбору подходящего протеза для конкретного индивидуума.

Целью данной работы является компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния сегмента С3-С4 шейного отдела позвоночника с учетом дегградации межпозвоночного диска, а также моделирование протеза межпозвоночного диска.

Геометрическая модель сегмента С3-С4 шейного отдела позвоночника строилась на основе литературных данных экспериментально полученных размеров. Разработан и реализован алгоритм построения геометрической модели позвонка в системе ANSYS на языке APDL. Алгоритм позволяет автоматизировать процесс перестройки модели при изменении входящих параметров.

Материал компактной и губчатой костных тканей тел позвонков, материалы межпозвоночного диска, фасеточных суставов, межкостистой связки, дуг и отростков считались изотропными линейно-упругими материалами.

Дегенеративные изменения межпозвоночного диска моделировались посредством уменьшения высоты диска с 6 до 4,3 мм и увеличения его модуля упругости от 2,5 до 98 МПа в соответствии с данными работ [2, 3], что

в реальности наблюдается в результате уменьшения содержания воды в диске [1].

Геометрическая модель протеза межпозвоночного диска основана на экспериментальном образце керамического эндопротеза, разработанного в Институте физики прочности и материаловедения СО РАН [4].

Исследования показали, что дегенеративные изменения межпозвоночного диска, а именно снижение его высоты и повышение модуля упругости, приводят к уменьшению подвижности позвонка С3 сегмента при сгибании.

Повышение модуля упругости межпозвоночного диска влечет смену областей локализации напряжений по Мизесу, что связано с изменением осевого характера деформирования сегмента позвоночника.

Разработан алгоритм построения геометрической модели протеза межпозвоночного диска на языке программирования ANSYS APDL. Построенная компьютерная модель предназначена для изучения поведения протеза в сегменте позвоночника при физиологических нагрузках и изучения его влияния на напряженно-деформированное состояние спинного сегмента.

Авторы выражают благодарность профессору С. П. Буяковой и профессору С. Н. Кулькову за предоставление данные для построения компьютерной модели протеза межпозвоночного диска.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кремер Ю.* Заболевания межпозвонковых дисков: пер. с англ.; под общ. ред. проф. В. А. Широкова. – М.: МЕДпресс-информ, 2013. – 472 с.
2. *Effective modulus of the human intervertebral disc and its effect on vertebral bone stress // J. Biomechanics.* – 2016. – V. 49. – No. 7. – P. 1134–1140.
3. *Gilad I.* A Study of vertebra and disc geometric relations of the human cervical and lumbar spine // *Spine.* – 1986. – V. 11. – No. 2. – P. 154–157.
4. *Заявка на патент № 2016147506* Российская Федерация, Эндопротеза межпозвоночного диска / С.П. Буякова, Т.Ю. Саблина, С.Н. Кульков, М.В. Григорьев. – 2016.

Rikun Yu.A., Chaykovskaya T.V. Computer modeling of the stress-strain state of the cervical spine segment and intervertebral disc prosthesis

Рикун Юлия Александровна, аспирантка; yulirik.93@mail.ru;

Чайковская Татьяна Витальевна, профессор ТГУ, с.н.с. ИФПМ СО РАН; kolmakova@ftf.tsu.ru