

Показатель	1-й день индукционной терапии	15-й день индукционной терапии	36-й день индукционной терапии
	Me (25 %..75 %)	Me (25 %..75 %)	Me (25 %..75 %)
АлАТ (Ед/л)	18,8 (13,5..41,5)	85,5 (33,5..289)*	564,5 (273,5..825)*
АсАТ (Ед/л)	34,5 (22,5..58,6)	34,7 (17,5..77,5)	130,7 (69,2..187,5)*
Общий билирубин (мкмоль/л)	6,15 (5,3..7,3)	10,9 (8,9..13,4)	12,55 (8,3..14,7)

\* — Достоверность различий с инициальными показателями ( $p < 0,05$ )

В дальнейшем на фоне индукционной терапии у 95 % пациентов ( $n = 19$ ) отмечалось повышение печеночных трансаминаз, что было расценено как токсический гепатит, учитывая отрицательные результаты вирусологических исследований. Медианы анализируемых показателей на 15-й день индукции ОЛЛ составили: АлАт — 85,5 Ед/л, АсАт — 34,7 Ед/л, общий билирубин — 10,9 мкмоль/л. При этом, статистически достоверная разница при сравнении с инициальными показателями отмечена только по уровню АлАт ( $p < 0,05$ ). Максимальное повышение печеночных трансаминаз, как АлАт, так и АсАт отмечено к 36 дню индукционной терапии: медиана показателя АлАт составила 564,5 Ед/л (273,5..825), медиана АсАт — 130 Ед/л (69,2..187,5), что достоверно превысило данные показатели на 15-й день наблюдения. Значения показателей печеночных трансаминаз к 36-му дню превышали нормальные значения у 95 % пациентов и колебались от 112 Ед/л до 1234 Ед/л. Следует также отметить, что токсический гепатит к 36-му дню терапии зарегистрирован у 100 % пациентов ( $n = 10$ ) промежуточной группы риска с дополнительным введением даунорубицина на 22 день индукции. Гепатит высокой степени активности явился причиной остановки химиотерапии ОЛЛ в фазе индукции, что крайне нежелательно в плане эффективности терапии ОЛЛ по достижению полной клинико-гематологической ремиссии, а также в плане отдаленных последствий. Длительность перерыва составила от 7 до 14 дней до снижения активности гепатита. Все пациенты получали гепатопротекторы: внутривенно гептрал в течение 5–7 дней с последующим переходом на его прием внутрь.

### **Выводы**

Полученные нами результаты позволили сделать следующие выводы. Индукционная терапия острого лимфобластного лейкоза у детей по протоколу ALL-MB – 2015 в 95 % случаев осложнялась токсическим гепатитом к 36-му дню индукционной терапии. Дополнительное введение даунорубицина на 22-й день значительно повышает риск развития токсического гепатита. Для профилактики токсического гепатита высокой степени активности целесообразно назначение гепатопротекторов с 10-го дня индукционной терапии, что позволит сократить или полностью избежать нежелательного перерыва в полихимиотерапии до достижения полной клинико-гематологической ремиссии острого лимфобластного лейкоза.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Молекулярно-генетические аспекты прогнозирования острого лимфобластного лейкоза у детей / С. А. Ходулева [и др.] // Онкогематология. — 2012. — № 4. — С. 71–72.
2. Масчан, М. А. Острый лимфобластный лейкоз у детей / М. А. Масчан, Н. В. Мякова // Онкогематология. — 2006. — № 1. — С. 50–63.
3. Лечение острого лимфобластного лейкоза у детей: современные возможности и нерешенные проблемы / Д. В. Литвинов [и др.] // Педиатрия. Онкогематология. — 2015. — № 10. — С. 30–37.
4. Новикова, И. А. Клиническая и лабораторная гематология: учеб. пособие / И. А. Новикова, С. А. Ходулева. — М.: Выш. шк., 2013. — 445 с.

УДК 616.721.6-002.77-002.16-07

## **НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА В III СТАДИИ ДЕГЕНЕРАТИВНОГО ПРОЦЕССА**

**Цитко Е. Л.<sup>1</sup>, Курочка К. С.<sup>2</sup>, Сильвистрович В. И.<sup>1</sup>, Цитко Д. Е.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Учреждение образования

«Гомельский государственный медицинский университет»,

<sup>2</sup>Учреждение образования

**«Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого»  
г. Гомель, Республика Беларусь**

***Введение***

Прогрессирующая распространенность, существенные экономические потери в связи с временной утратой трудоспособности, а также затраты на медицинскую помощь выводят проблему дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника на социально значимый уровень во всем мире и в нашей стране, в частности. Хирургическое лечение дегенеративных заболеваний позвоночника на сегодняшний день является динамично развивающимся направлением нейрохирургии [1].

Анализируя результаты инвазивных способов лечения и многочисленные научные публикации, отмечается увеличение числа неудовлетворительных исходов, обусловленных формированием клинически значимого эпидурального фиброза, рецидивом грыж межпозвоночных дисков (МПД) и нестабильностью позвоночно-двигательного сегмента с перераспределением нагрузки на опорные столбы позвоночника [1, 2].

Существующие на современном этапе развития медицинской науки средства визуализации позволяют констатировать изменения в позвоночнике, паравертебральных тканях на различных стадиях остеохондроза и этапах лечения, однако этого недостаточно для прогнозирования заболевания и развития осложнений. Таким образом, изучение биомеханической функции позвоночно-двигательных сегментов в условиях физиологических и патологических процессов, представляется одним из самых актуальных и перспективных направлений в научных исследованиях. Четкое представление о биомеханике позвоночника и ее изменениях на фоне заболеваний, является фундаментом при разработке новых медицинских технологий [3, 4, 5].

***Цель***

Анализ особенностей напряженно-деформированного состояния поясничного отдела позвоночника у пациентов в III стадии дегенеративно-дистрофического процесса в вертикальном и горизонтальном положениях пациента.

***Материал и методы исследования***

На базе кафедры «Информационные технологии» Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого разработано программное средство в рамках инновационного проекта «Разработка программных средств для оценки биомеханики, планирования и прогнозирования способа хирургического вмешательства у пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника на основе медицинского изображения», которое в полуавтоматическом режиме выполняет измерение основных геометрических параметров тел, отростков позвонков и межпозвоночных дисков по рентгеновским изображениям поясничного отдела позвоночника (ПОП) в формате DICOM. На основании полученных данных программа строит персонифицированную 3D модель ПОП на участке от L1 до L5 позвонков, на основании которой автоматически генерируется конечно-элементная математическая модель.

В исследование включены рентгенограммы 10 пациентов с остеохондрозом позвоночника в III стадии дегенеративного процесса по Осна и Попелянскому [1], осложненного грыжеобразованием на уровне L4 – L5.

Медиана возраста группы составила 45 (40; 51) лет, веса — 82 (66; 92) кг. Среди них было 6 (60 %) мужчин и 4 (40 %) женщины. С учетом анатомо-топографической локализации грыж МПД в горизонтальной плоскости парамедианное положение встречалось у 8 (80 %), боковое у 2 (20 %) человек.

При моделировании использовались физико-механические свойства биологических тканей, приведенные в таблице 1. По умолчанию материал считался изотропным.

Таблица 1 — Физические характеристики материалов при моделировании

Материал	Модуль упругости Юнга, Па	Коэффициент Пуассона	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
Кость	350000000	0,3	2020
Межпозвоночный диск	57000000	0,4	1090,3

При моделировании предполагалось, что позвонки представляют собой линейно-упругое тело, а межпозвонковые диски — упруго-пластическое тело. Границы между позвонками и межпозвонковыми дисками считались строго общими, между элементами отсутствовали пустоты. К позвонкам прикладывались квазистатические нагрузки.

Напряженно-деформированное состояние (НДС) моделей изучали при сжатии. Модели имели жесткое закрепление на уровне L5 позвонка и его перемещения равны нулю. Суммарная величина нагрузки составляла 1000 Н и распределялась она по верхней поверхности позвонка L1 таким образом, что суммарно 400 Н прикладывалось на переднюю половину тела, а 600 Н на заднюю и дугоотростчатые суставы. При этом на каждой части поверхности позвонка нагрузка распределялась равномерно.

Использовались конечные элементы в форме тетраэдров. Для дискретизации использовался алгоритм на базе триангуляции Делоне. В среднем каждый позвонок аппроксимировался порядка 4800 конечными элементами, а межпозвонковый диск — 2400. Таким образом общее число узлов, в зависимости от рассматриваемого пациента, варьировалось от 45000 до 47000.

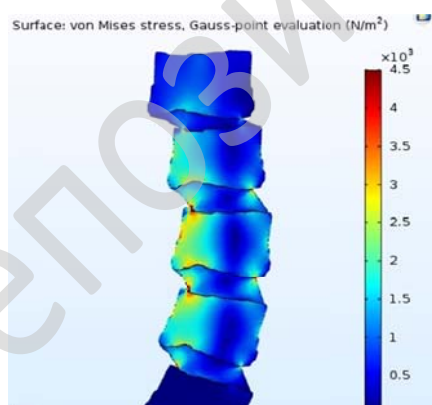
Задача решалась в перемещениях, затем для каждого элемента вычислялись напряжения и деформации. Для оценки НДС использовались напряжения по Мизесу.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

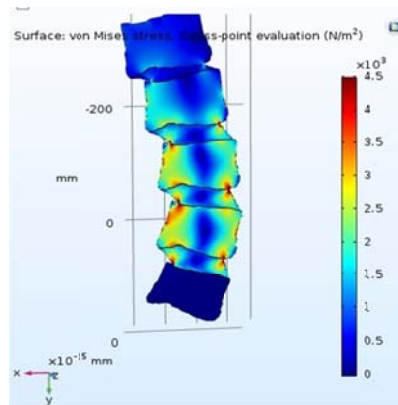
В результате проведенного исследования математических моделей получена картина распределения напряжений в ПОП под действием осевой сжимающей нагрузки у 10 пациентов в горизонтальном и вертикальном положениях тела. Вся нагрузка, приложенная к верхнему торцу тела L1, полностью реализуется до тела L5. Поэтому анализ НДС позвоночника заключается в оценке распределения нагрузки между структурными элементами с целью выявления зон концентрации напряжения в двух взаимно перпендикулярных плоскостях — сагитальной и коронарной.

Изучая НДС у пациентов в сагитальной плоскости установлено, что в горизонтальном положении максимальному напряжению по Мизесу подвергаются задне-базальные отделы фиброзного кольца диска L2 – L3 и L2 – L3 в диапазоне  $3,5\text{--}4 \times 10^3 \text{ Н/м}^2$  и задние отделы тел L2, L3 и L4. Меньшие по объему зоны сжатия определяются в верхне-антральных отделах участках МПД L2 – L3, L3 – L4, L4 – L5 и задне-базальных отделах L4 – L5 в диапазоне  $2,8\text{--}3,5 \times 10^3 \text{ Н/м}^2$  (рисунок 1).

Результаты расчета НДС ПОП в вертикальном положении показывают, что наибольшим напряжениям подвергаются верхне-антральные и задне-базальные отделы фиброзного кольца МПД L2 – L3, L3 – L4 и L4 – L5 в диапазоне  $4,0\text{--}4,5 \times 10^3 \text{ Н/м}^2$ , а также антральные и дорзальные отделы тел L4, L5 в диапазоне  $2,5\text{--}3,4 \times 10^3 \text{ Н/м}^2$  (рисунок 2).



**Рисунок 1 — Напряжения по Мизесу поясничного отдела позвоночника в горизонтальном положении, сагитальная плоскость,  $\text{Н/м}^2$**

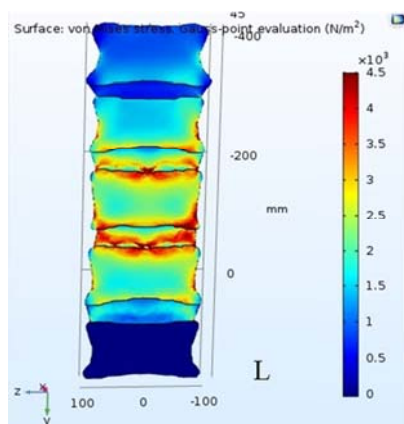


**Рисунок 2 — Напряжения по Мизесу поясничного отдела позвоночника в вертикальном положении, сагитальная плоскость,  $\text{Н/м}^2$**

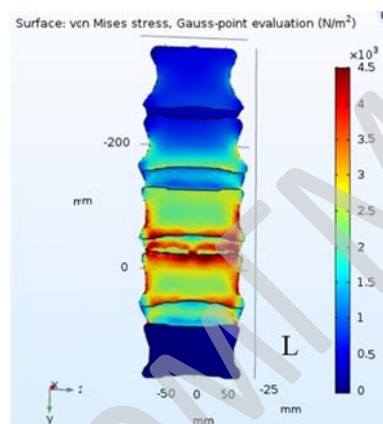
Анализ НДС в коронарном сечении, показывает, что в горизонтальном положении пик напряжения приходится на латеральные и медиальные отделы МПД L2 – L3 и L3 – L4 в диапазоне  $4,0\text{--}4,5 \times 10^3 \text{ Н/м}^2$ , а также верхние и нижние отделы тел L4, L5 в диапазоне  $2,8\text{--}3,5 \times 10^3 \text{ Н/м}^2$  и  $3,5\text{--}4,0 \times 10^3 \text{ Н/м}^2$  соответственно (рисунок 3). В вертикальном положении, суще-

ственным напряжениям подвергаются базальные отделы тела L3, МПД L3 – L4 и тело L4 в диапазоне  $4,0\text{--}5,0 \times 10^3 \text{ Н/м}^2$ . Кроме того, отмечается рост напряжения в МПД L4 – L5, особенно в областях прикрепления фиброзного кольца к телу в диапазоне  $3,4\text{--}4,0 \times 10^3 \text{ Н/м}^2$  (рисунок 4).

Следует отметить, что в 80 % (n = 8) случаев наибольшим напряжениям в коронарном сечении подвергалась гомолатеральная грыжи МПД сторона диска L4 – L5. Так на рисунках 1–4, представлены сечения 3D-модели ПОП, в двух взаимно перпендикулярных плоскостях пациента В., 40 лет с левосторонней грыжей МПД L4 – L5 до 6,5 мм по данным компьютерной томографии.



**Рисунок 3** — Напряжения по Мизесу поясничного отдела позвоночника в горизонтальном положении, коронарная плоскость,  $\text{Н/м}^2$



**Рисунок 4** — Напряжения по Мизесу поясничного отдела позвоночника в вертикальном положении, коронарная плоскость,  $\text{Н/м}^2$

### **Выводы**

1. Концентрация напряжения отмечается в области контакта тела позвонка с фиброзным кольцом межпозвонкового диска.
2. Установлено, что наибольшим напряжениям в горизонтальном положении подвергаются задне-базальные отделы фиброзного кольца МПД L2 – L3 и L2 – L3 в диапазоне  $3,5\text{--}4 \times 10^3 \text{ Н/м}^2$ , латеральные и медиальные отделы МПД L2 – L3 и L3 – L4 в диапазоне  $4,0\text{--}4,5 \times 10^3 \text{ Н/м}^2$ .
3. При вертикализации пики напряжения смещаются на верхне-антральные и задне-базальные отделы фиброзного кольца МПД L2 – L3, L3 – L4 и L4 – L5 в диапазоне  $4,0\text{--}4,5 \times 10^3 \text{ Н/м}^2$ , а также на латеральные области прикрепления фиброзного кольца МПД L4 – L5 к телу в диапазоне  $3,4\text{--}4,0 \times 10^3 \text{ Н/м}^2$ .
4. В 80 % (n = 8) случаев наибольшим напряжениям в вертикальном положении подвергается гомолатеральная грыжи МПД сторона МПД L4 – L5.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Ретроспективная оценка результатов хирургического лечения дегенеративных поражений поясничного отдела позвоночника / А. Е. Симанович [и др.] // Травматология и ортопедия. — Астана, 2008. — С. 234–239.
2. Рентгенометрическая оценка кинематики пояснично-крестцового отдела позвоночника при остеохондрозе с помощью программного средства «ВОЛЮТ» / Е. Л. Цитко [и др.] // Проблемы здоровья и экологии. — 2017. — № 4. — С. 35–41.
3. Стауде, В. А. Численное моделирование и анализ напряженно-деформированного состояния крестцово-подвздошного сочленения при различных вариантах поясничного лордоза / В. А. Стауде, А. В. Кондратьев, М. Ю. Карпинский // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2012. — № 2. — С. 50–56.
4. Чуйко А. Н. Приближенный анализ анатомии, механических характеристик и напряженно-деформированного состояния позвоночника человека / А. Н. Чуйко // Травма. — 2014. — № 6. — С. 100–109.
5. Validation and application of an intervertebral disc finite element model utilizing independently constructed tissue-level constitutive formulations that are nonlinear, anisotropic, and time-dependent / N. T. Jacobs [et al.] // Journal of Biomechanics. — 2014. — Vol. 47. — P. 2540–2546.

**УДК 616.89-008.441.1.-057.875**

**ПРЕДЛОЖЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ТРИПОФОБИИ ПО СТЕПЕНИ ВЫРАЖЕННОСТИ. ВЛИЯНИЕ ФОРМАТА И ЦВЕТА ИЗОБРАЖЕНИЙ С КЛАСТЕРНЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ НА СТЕПЕНЬ ВЫРАЖЕННОСТИ ТРИПОФОБИИ У СТУДЕНТОК БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**