

# Направленная модификация в среде СК-СО<sub>2</sub> децеллюляризованных бычьих перикардов, структурированных сшивающими агентами

Лажко А.Э.<sup>1</sup>, Истранов Л.П.<sup>2</sup>, Истранова Е.В.<sup>2</sup>, Гребеник (Ивукина) Е.А.<sup>2</sup>, Верясова (Зайцева) Н.Н.<sup>2</sup>, Чурбанов С.Н.<sup>2</sup>, Шавкута Б.С.<sup>2</sup>, Эль-Тарави Ясмин Ахмед Али<sup>2</sup>, Тимашев П.С.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова РАН, Москва

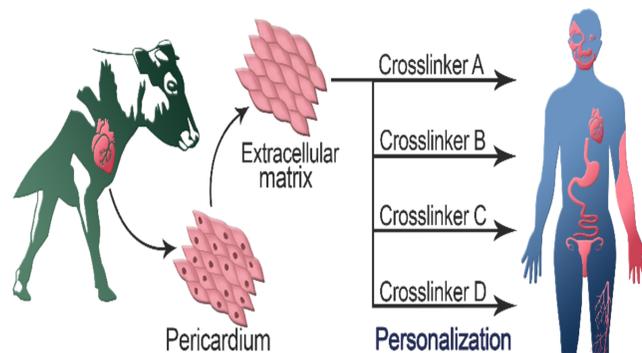
<sup>2</sup> ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Институт Регенеративной Медицины

**Цель представленной работы – установить влияние обработки СК-СО<sub>2</sub> на децеллюляризованные бычьи перикарды с точки зрения структурных, механических и биологических свойств.**

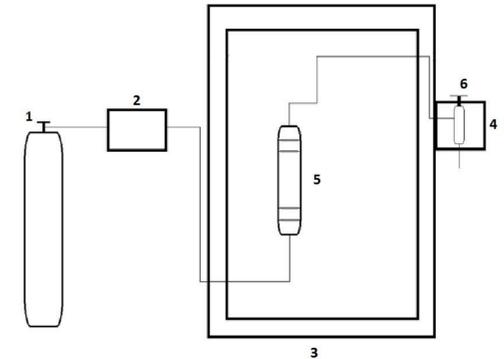
Для улучшения механических свойств, децеллюляризованные перикарды были обработаны сшивающими агентами.

## Исследуемые образцы:

0. Децеллюляризованный перикард (intact)
1. После сшивки hexamethylene diisocyanate (HMDC)
2. После сшивки ethylene glycol diglycidyl ether (EGDE)
3. После сшивки 1-ethyl-3-(3-dimethylaminopropyl) carbodiimide hydrochloride (EDC)
4. После сшивки methyl (1R,2R,6S)-2-hydroxy-9-(hydroxymethyl)-3-oxabicyclo[4.3.0]nona-4,8-diene-5-carboxylate (genipin)



## Схема установки для обработки в СК-СО<sub>2</sub>



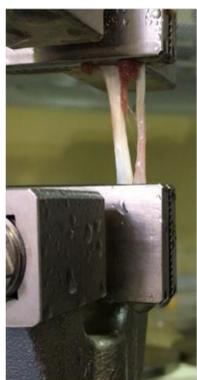
1- Баллон с диоксидом углерода, 2- насос высокого давления с элементами Пельтье, 3- термостат реактора, 4- термостат вентиля тонкой регулировки, 5- реактор высокого давления, 6- вентиль тонкой регулировки.

## Режимы обработки в среде СК-СО<sub>2</sub>

Статический P=150 атм, T=37°C, t= 3 часа (stat3)

Динамический P=150 атм, T=37°C, t= 3 часа (dinam3)

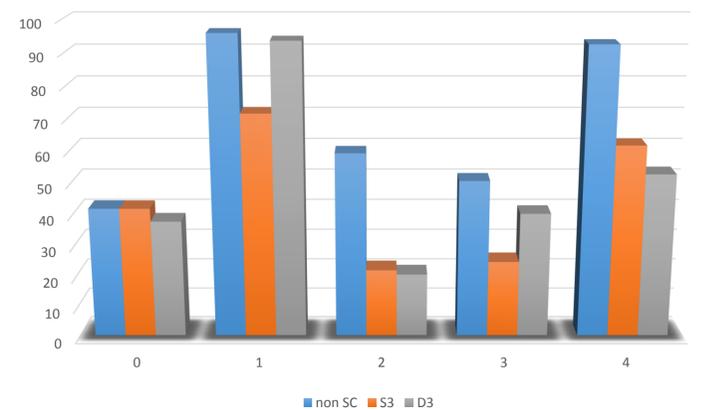
## Растяжение на разрыв



Испытания прочностных свойств на растяжение контрольных и опытных образцов бычьих перикардов были проведены на универсальной испытательной машине Shimadzu EZTest EZ-SX (Япония). Испытуемый материал, устанавливался в захватах машины и после включения электромеханического привода испытывал деформацию растяжения, что отображалось в измерительном блоке машины.

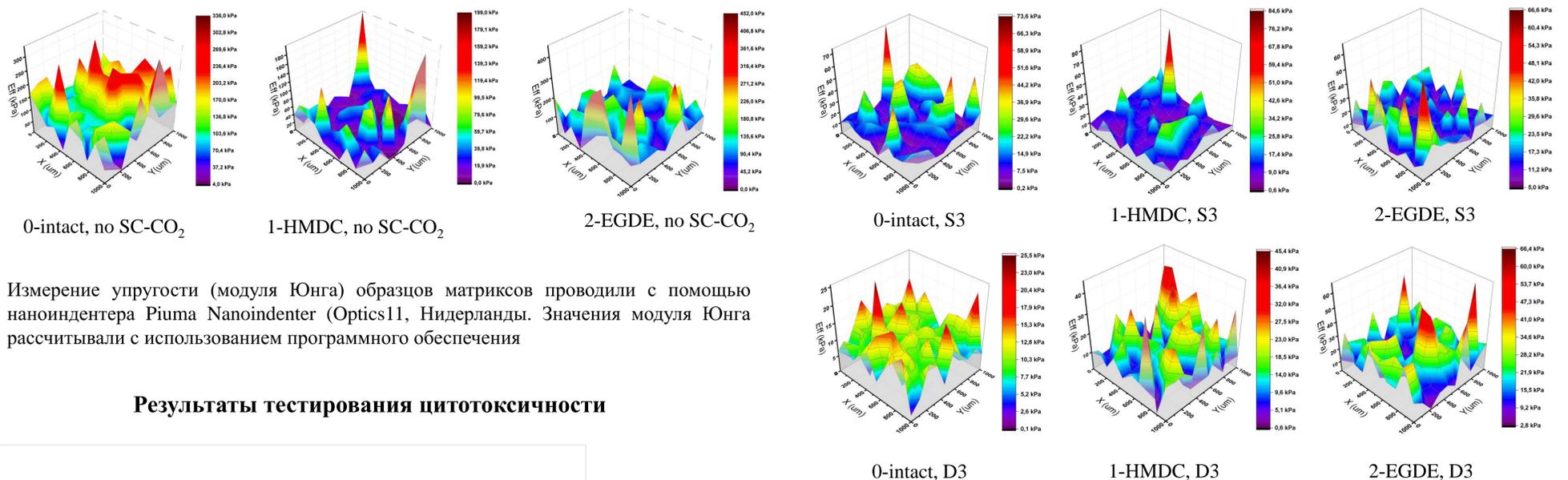


## Модуль Юнга, МПа



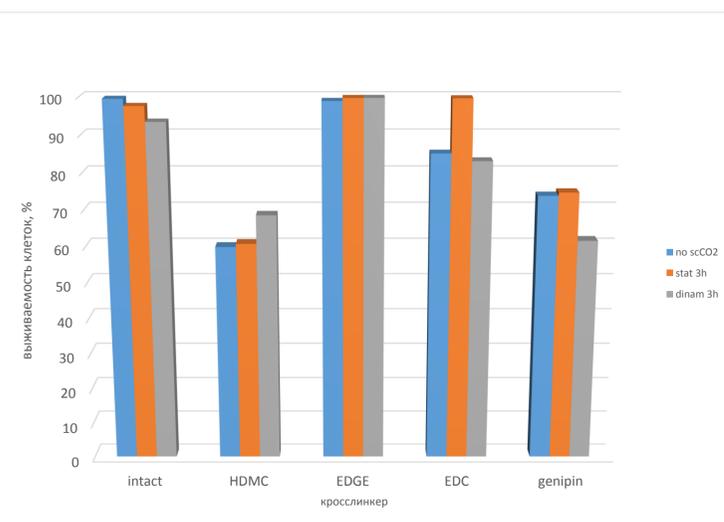
0- intact; 1-HMDC; 2-EGDE; 3-EDC; 4-genipin

## Измерение упругости матриц

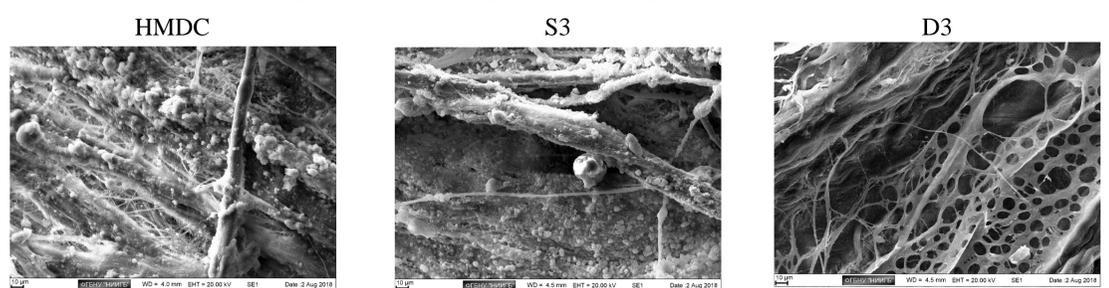


Измерение упругости (модуля Юнга) образцов матриц проводили с помощью наноиндентера Piuma Nanoindenter (Optics11, Нидерланды). Значения модуля Юнга рассчитывали с использованием программного обеспечения

## Результаты тестирования цитотоксичности



## Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ)



## Заключение и выводы

**Обработка бычьих перикардов в среде СК СО<sub>2</sub>:**

1. Приводит к существенному изменению его физико-химических и механических свойств.
  2. В большинстве случаев снижает цитотоксичность.
  3. Модуль Юнга всех образцов снижается после обработки в среде СК-СО<sub>2</sub>.
  4. Меняется структура и поверхность образцов (наиболее ярко в режиме D3).
- Все эти факторы являются принципиально важными для направленной модификации материалов в заместительной тканевой инженерии.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований, грант № 18-33-00982