

Санкт-Петербургский
государственный
университет



ЦЕНТР
РАЗВИТИЯ
НАУКИ



Материалы
52 школы-конференции
«Актуальные проблемы механики»
23–27 июня 2025 г., Санкт–Петербург, Россия

Санкт–Петербург
2025

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

52 ШКОЛА - КОНФЕРЕНЦИЯ
«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
МЕХАНИКИ»
ПАМЯТИ Н.Ф. МОРОЗОВА

23–27 июня 2025 г., Санкт–Петербург, Россия

Рецензенты:

Кузькин Виталий Андреевич
Волошинова Станислава Викторовна

Санкт–Петербург
2025

Изменение давления в камерах глаза после интравитреальных инъекций

Бауэр С. М., Венадовская Л. А., Матченко Д. В.

s.bauer@spbu.ru, l.venatovskaya@spbu.ru, dmitriy.matchenko@yahoo.com

Санкт-Петербургский государственный университет,
199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9

В настоящее время интравитреальные инъекции считаются одним из самых эффективных способов лечения некоторых тяжелых глазных заболеваний. При данном методе лечения лекарство вводится прямо в стекловидное тело с помощью иглы. При введении жидкости в глаз происходит резкое увеличение внутриглазного давления, что может вызвать нежелательные побочные эффекты и осложнения, такие как внутриглазное кровотечение и отслоение сетчатки.

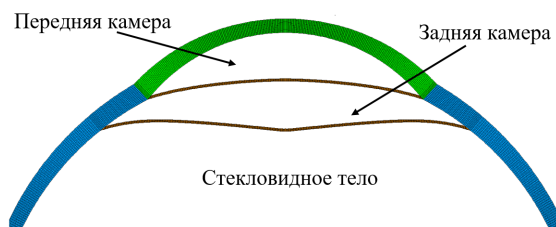


Рис. 87: Модель глаза с тремя камерами: передняя и задняя камеры, заполненные внутриглазной жидкостью, и стекловидное тело

Как правило при математическом моделировании игнорируются все дополнительные компоненты внутри глаза и составная оболочка рассматривается как полость, заполненная несжимаемой жидкостью с некоторым давлением p . Известно, что глаз представляет собой гидростатическую систему, состоящую из нескольких закрытых и полуоткрытых полостей, отделенных друг от друга эластичными мембранами. При измерении внутриглазного давления тонометр, как правило, воздействует на роговицу глаза. При этом предполагается, что давление в передней, задней камерах глаза и стекловидном теле является одинаковым. Как отмечается в [1], разница в давлении в разных частях глаза (за исключением кровеносных сосудов) невелика, и на практике ею можно пренебречь. Важно понять, как наличие внутренних перегородок между камерами глаза и нелинейные свойства роговицы влияют на изменение давления внутри камер сразу после инъекций.

В настоящем исследовании рассмотрены конечно-элементные модели глазного яблока без, с одной и двумя разделительными перегородками. Для описания нелинейных свойств роговицы и склеры используются трансверсально-изотропные и гиперупругие модели материалов. Проводится оценка изменения давления в камерах в ответ на инъекции объемом 0,05 мл и 0,1 мл. Расчеты проведенные для трансверсально-изотропного и гиперупругого материала роговицы показали близкие результаты по распределению давлений в камерах. Получено, что в моделях с одной или двумя камерами разница в объемах составляет 1–2 мм рт. ст. для инъекций 0,05 мл и 3–4 мм рт. ст. для инъекций 0,1 мл. Для глаза без перегородок, с однородным внутренним объемом, внутреннее давление возрастает до среднего значения получаемого для моделей с несколькими камерами. Показано, что деформации глазного яблока, вызванные давлением (при глаукоме или после внутриглазных инъекций), зависят в основном от растяжимости склеры.

Работа выполнена при финансовой поддержке Санкт-Петербургского государственного университета (проект 116636233).

Литература

- [1] Нестеров А.П. Глаукома. М: Мед. информ. агенство, 2008 – 360 с.

Численное моделирование поведения эндобилиарного стента с учетом перистальтического движения стенки двенадцатиперстной кишки

Охотников А.О.¹, Корчагин А.П.¹, Антонова О.В.¹, Охотников О.И.²
 andrey.okhotnikov.2016@mail.ru alexandr.korchagin16@gmail.com antonova_ov@spbstu.ru
 oleg_okhotnikov@mail.ru

¹Санкт-Петербургский Политехнический Университет Петра Великого,
 195251, Санкт-Петербург, Политехническая, 29

²Курский государственный медицинский университет,
 305000, Курск, ул. Карла Маркса, д.3

Целью работы является моделирование тока жидкости в полости кишечника при ее движении, а также оценка вероятности заброса данной жидкости внутрь билиарного стента [1], установленного в просвете кишки. Оценка условий при которых происходит заброс содержимого является важнейшим условием для безопасности пациентов с патологиями эндобилиарной системы [2,3].

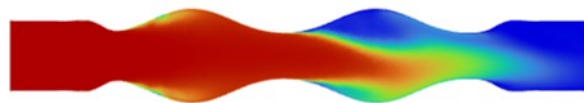


Рис. 88: Характер распространения желчи

Была разработана математическая модель, описывающая ток желчи в протоке двенадцатиперстной кишки с учетом движения ее стенок. Численное моделирование проведено с использованием систем конечно-элементного и конечно-объемного анализа ANSYS и ANSYS CFX. Были проанализированы несколько вариантов установки стента, позволяющие описать условия при которых происходит заброс. На основании полученных результатов были сформулированы рекомендации по параметрам установки эндобилиарных стентов.

Литература

- [1] Охотников, А. О. Математическое моделирование процесса установки покрытого эндобилиарного стента из материала с памятью формы / А. О. Охотников, О. В. Антонова, О. И. Охотников // XIII Всероссийский Съезд по теоретической и прикладной механике : Сборник тезисов докладов. В 4-х томах, Санкт-Петербург, 21–25 августа 2023 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2023. – С. 95–97.
- [2] A. Kuchumov Biomechanical modelling of bile flow in the biliary system // MATEC Web Conf., Volume 145, 2018, NCTAM 2017 – 13th National Congress on Theoretical and Applied Mechanics
- [3] Временное эндобилиарное стентирование доброкачественных стриктур дистального отдела холедоха с учетом биомеханики покрытого стента / О. И. Охотников, М. В. Яковлева, А. О. Охотников, О. В. Антонова // Диагностическая и интервенционная радиология. – 2023. – Т. 17, № 2. – С. 13–20.