

Биомеханические модели в ортопедии

Калинский Е.Б. Лычагин А.В.

1-2 декабря 2025 г
МОСКВА



Математика в
медицине 2025

Введение

актуальность

Персонализированная медицина

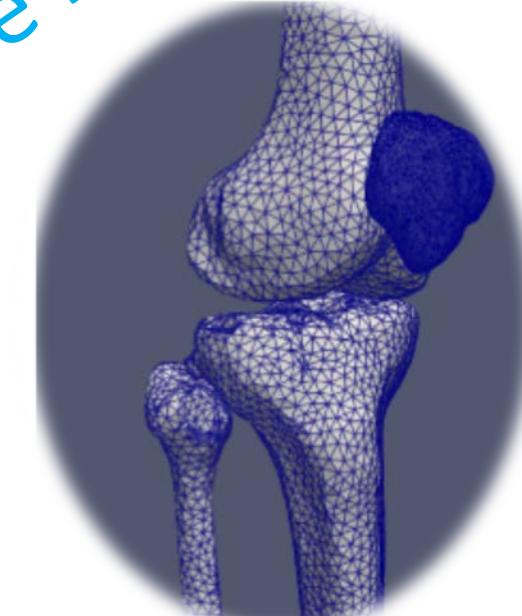
Анализ механики движений

Разработка новых методов лечения

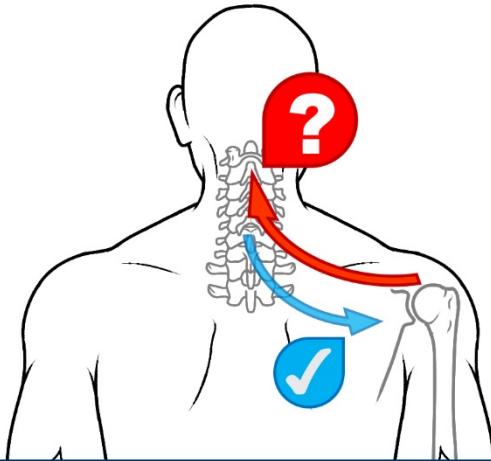
Повышение качества лечения пациентов

Наши достижения

Текущие проекты



Суть проблемы

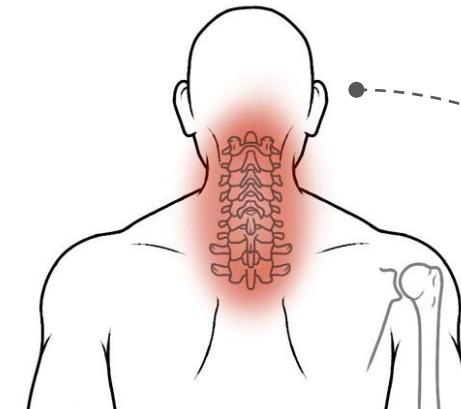


От 20 до 50 % населения

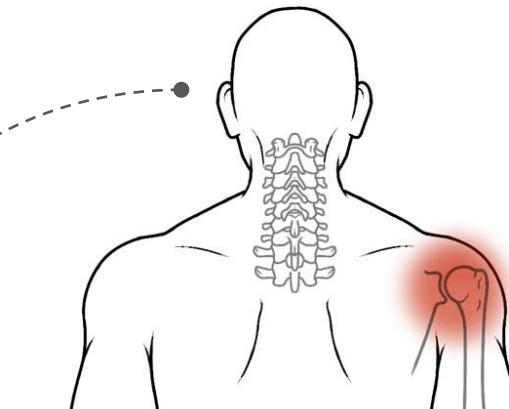
Боль в области шеи и плечевого сустава

Около 10 % случаев

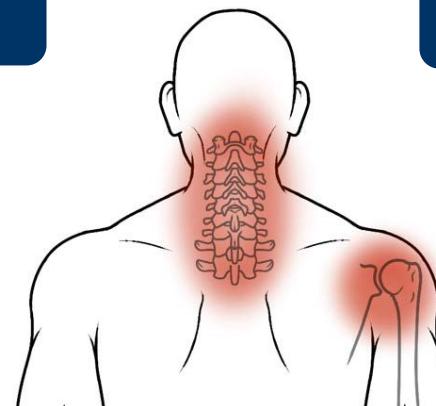
Комбинация этих локализаций



**Вертебролог • Невролог
Нейрохирург**



**Ортопед • Хирург
Ревматолог**



Цель

ЗАДАЧИ

«

**Обосновать концепцию шейно-плечевого синдрома
и создать систему его профилактики, диагностики и лечения
у пациентов с травмами и заболеваниями проксимального
отдела плеча, плечевого сустава и надплечья**

»

1

Установить взаимосвязь биомеханических нарушений
в шейном отделе позвоночника и области плеча
и надплечья на основе созданной динамической
математической модели шейно-плечевой области

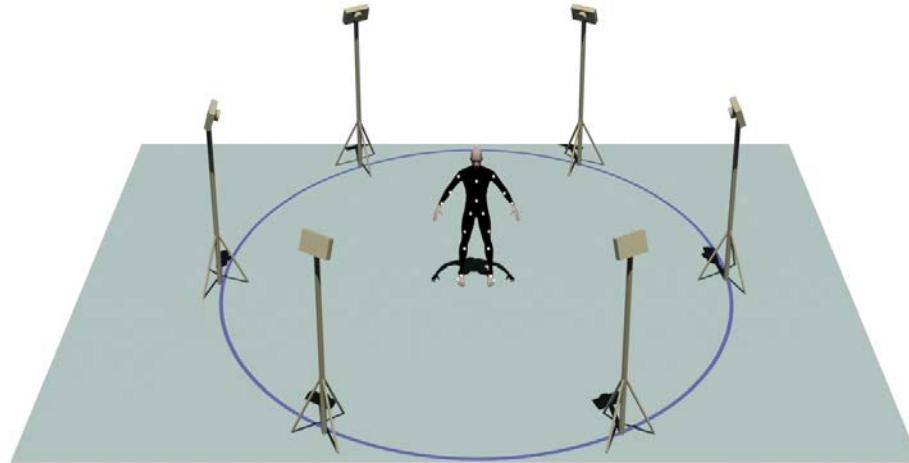
2

Разработать комплекс профилактики развития
шейно-плечевого синдрома у пациентов с
повреждениями и заболеваниями проксимального
отдела плеча, плечевого сустава и надплечья

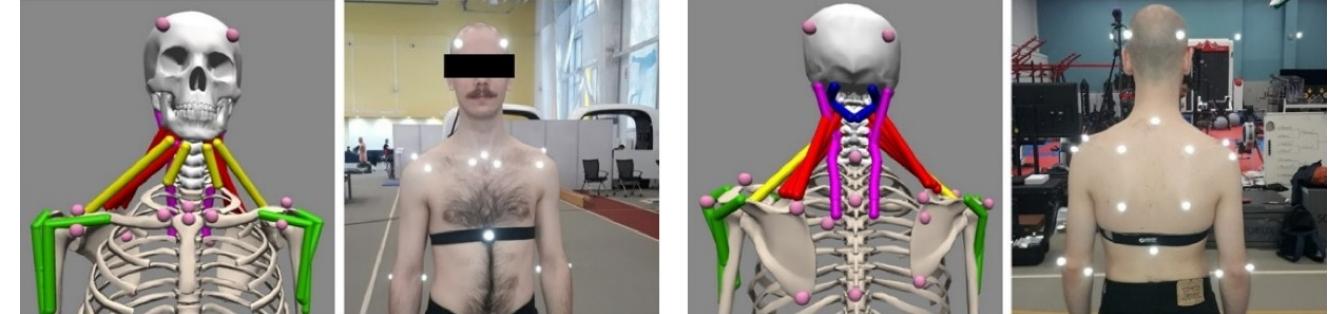
3

Разработать и оценить эффективность системы
лечения пациентов с повреждениями и
заболеваниями проксимального отдела плеча,
плечевого сустава и надплечья и сформулировать
рекомендации для практического здравоохранения

Математическое моделирование



Технология Motion Capture (захват движения)



Расположение маркеров

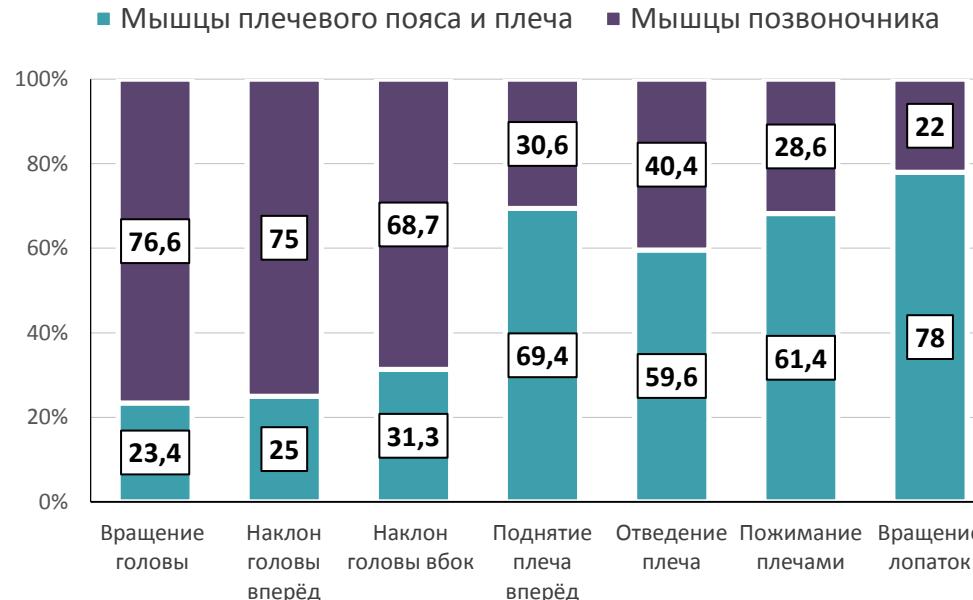
Inverse Dynamics позволяет по известной зависимости обобщённых координат от времени вычислить зависимость от времени обобщённых сил в суставах, используя известное движение модели для нахождения неизвестных обобщённых сил.

Static optimization — расширение к Inverse Dynamics, которое разрешает совокупные обобщённые силы в суставах в индивидуальные мышечные силы в каждый момент времени

Inverse Kinematics позволяет восстановить зависимость обобщённых координат тел от времени на основании зависимости от времени координат маркеров в лабораторной системе отсчёта путем минимизации функционала

Результаты

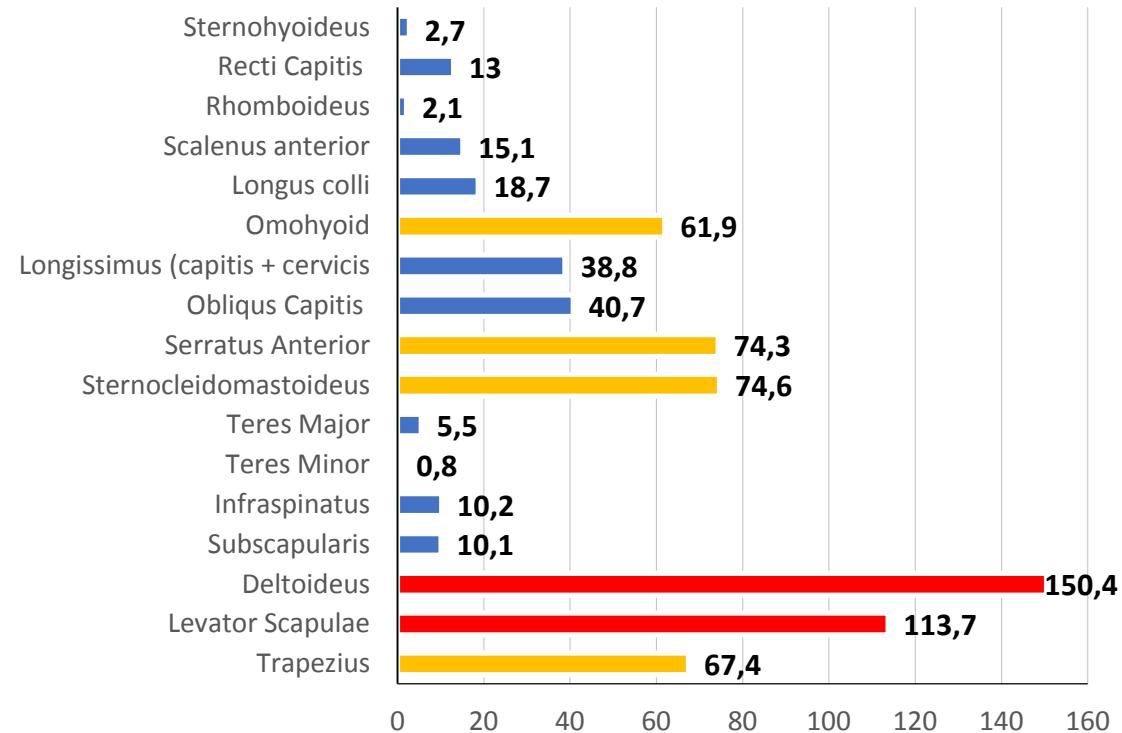
Вклад мышц в формирование движений (в %)



Вклад каждой мышцы в формирование суммы движений:

25% - доминирующий • 10-24 % — значительный • < 10 % — незначительный

Общий вклад мышц в формирование всех движений (в баллах)



Результаты

«

ШЕЙНО-ПЛЕЧЕВОЙ СИНДРОМ – сочетание боли и дисфункции в области шеи и плечевого пояса, находящихся в тесной взаимосвязи и взаимно влияющих друг на друга в единой кинематической системе

»

1

Плечевой пояс и шейный отдел составляют единый биомеханический комплекс, и нарушения в каждом из его компонентов отражаются на функционировании комплекса в целом

2

Повреждения и заболевания проксимального отдела плеча, плечевого сустава и надплечья ассоциированы с нарушением сагиттального баланса шейного отдела позвоночника и возникновением миофасциальной асимметрии, что может приводить к развитию шейно-плечевого синдрома. В связи с этим пациенты с последствиями повреждений плечевого пояса составляют группу повышенного риска в отношении формирования ассоциированной вертебральной патологии

3

Лечебная тактика, проведение профилактических и реабилитационных мероприятий у пациентов с шейно-плечевым синдромом должны носить персонифицированный характер с учетом приоритетного локуса патологических изменений в комплексе «шейный отдел позвоночника – плечевой пояс»

Разработанная система лечения

позволила:

1

Предотвратить развитие шейно-плечевого синдрома **в 40,5 % случаев**

3

Добиться к 1 году наблюдений хороших и отличных функциональных результатов, снизив средний показатель уровня боли **в 3,0 раза** и повысив средний показатель качества жизни **на 14,4 балла**

2

При развивающемся шейно-плечевом синдроме снизить долю его вертеброгенного типа **в 10,0 раз** и смешанного типа — **в 1,8 раза**

4

Получить устойчивые результаты лечения, исключив их отрицательную динамику в дальнейшем

Публикации

SPRINGER NATURE Link

[Find a journal](#) [Publish with us](#) [Track your research](#)

 [Search](#)

[Home](#) > [Scientific Reports](#) > Article

A biomechanical model for concomitant functioning of neck and shoulder: a pilot study

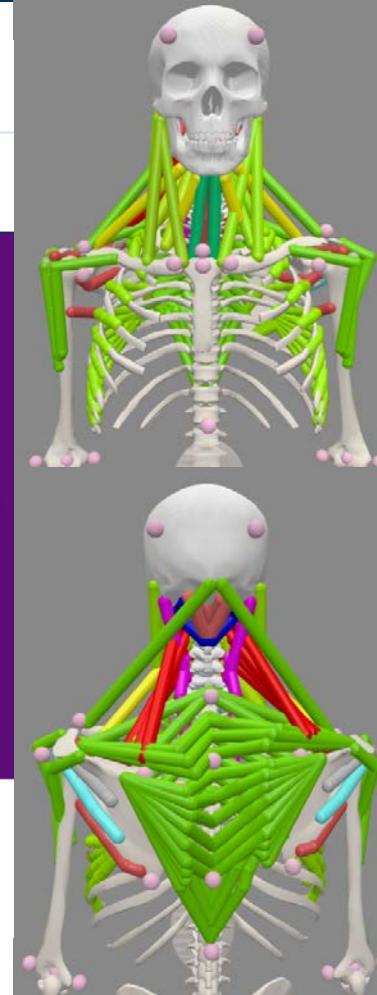
Article | [Open access](#) | Published: 30 December 2024

Volume 14, article number 31818, (2024) [Cite this article](#)

[Download PDF](#) 

You have full access to this [open access](#) article

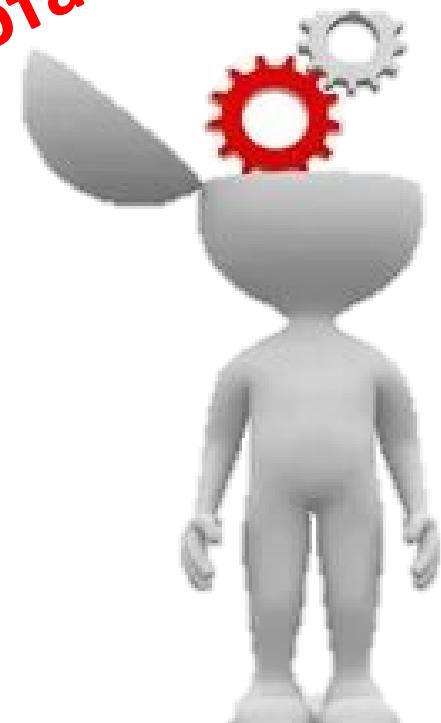
[Alexandra Yurova](#) , [Andrey Gladkov](#), [Eugene Kalinsky](#), [Alexey Lychagin](#), [Anatoly Shipilov](#) & [Yuri Vassilevski](#)



Перспективы развития

Коленный сустав: персонифицированные МАТ. модели

Над чем мы
работаем сейчас?



Нормальной анатомии и функции коленного сустава

Синдрома латеральной гиперпрессии надколенника

Пластики медиальной пателлофеморальной связки

Влияния повреждений мениска на функцию коленного сустава

Функционирования коленного сустава в условиях остеоартрита

Этапы

Создания биомеханических моделей

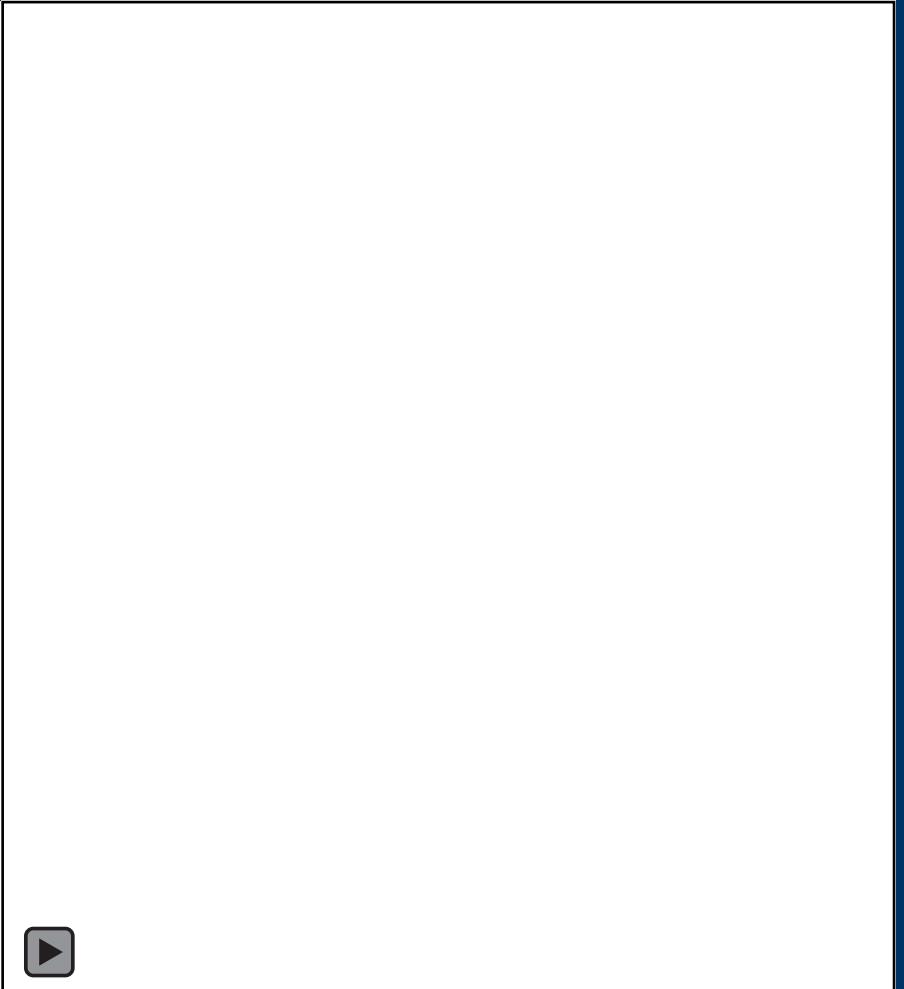
Построение биомеханической модели

Создание персонифицированной модели

Валидация модели

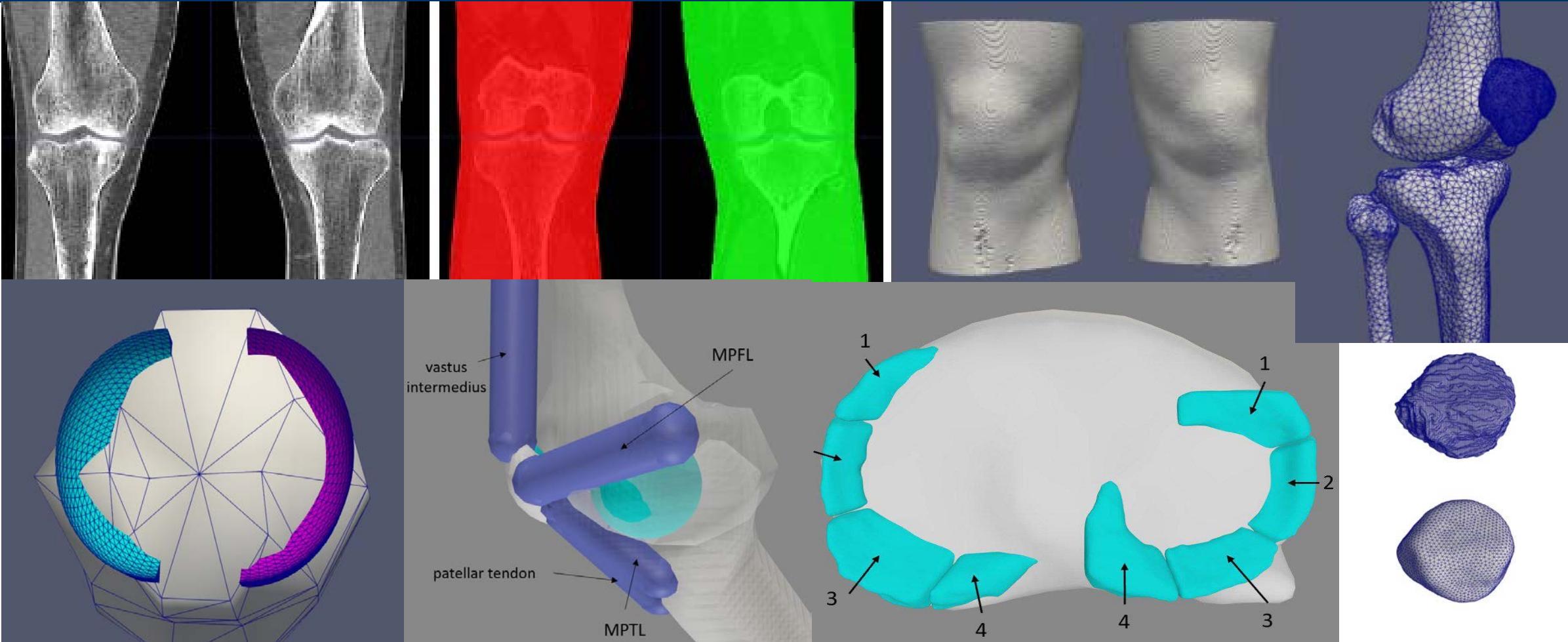
**Добавление в модель дополнительной
структурь (имплантата)**

Оценка результатов



Коленный сустав

персонифицированные модели



Публикация

To be continued...

SPRINGER NATURE Link

Find a journal Publish with us Track your research  Search

[Home](#) > [International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery](#) > Article

Automated personalization of biomechanical knee model

Original Article | Published: 25 February 2024

Volume 19, pages 891–902, (2024) [Cite this article](#)

КАФЕДРА ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ

<https://doi.org/10.17238/2226-2016-2-45-52>

УДК 617.3

© Е.Б.Калинский, А.С.Юрова, А.В.Лычагин, Г.М.Кавалерский, Ю.В.Василевский, А.И.Тягунова, Ф.Б.Логинов, А.А.Грицок, И.Н.Тарабарко, Р.И.Алиев, М.М.Богданов, М.М.Липина, К.М.Азаркин, А.А.Бабкова, 2024
Оригинальная статья / Original article

БИОМЕХАНИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НАДКОЛЕННИКА В НОРМЕ И ПРИ ПОВРЕЖДЕНИИ МЕДИАЛЬНОЙ ПАТЕЛЛОФЕМОРАЛЬНОЙ СВЯЗКИ

Е.Б. КАЛИНСКИЙ¹, А.С. ЮРОВА², А.В. ЛЫЧАГИН¹, Г.М. КАВАЛЕРСКИЙ¹, Ю.В. ВАСИЛЕВСКИЙ^{1,2,3}, А.И. ТЯГУНОВА^{1,3}, Ф.Б. ЛОГИНОВ¹, А.А. ГРИЦОК¹, И.Н. ТАРАБАРКО¹, Р.И. АЛИЕВ¹, М.М. БОГДАНОВ¹, М.М. ЛИПИНА¹, К.М. АЗАРКИН¹, А.А. БАБКОВА¹



The image shows the homepage of the Sechenov Medical Journal. The header features the Sechenov University logo with 'LIFE SCIENCES' and the journal title 'Sechenov Medical Journal'. Below the header is a search bar and a navigation menu with links to 'HOME', 'ABOUT', 'CURRENT', 'ARCHIVES', 'ANNOUNCEMENTS', and 'ONLINE FIRST'. The main content area displays an article abstract: 'Patellar motion and dysfunction of its stabilizers in a biomechanical model of the knee joint'. The abstract is attributed to a group of authors including A.S. Yurova, A.I. Tyagunova, F.B. Loginov, Yu.V. Vassilevskii, A.V. Lychagin, E.B. Kalinsky, E.V. Larina, N.V. Gorobova, K.A. Devyatayev, O.N. Bogdanov, I.B. Kovalevko, K.V. Chesnokova, M.A. Dergachev, E.Yu. Mychka, and O.N. Kosukhin. The journal is associated with 'THE DEPARTMENT OF TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS'.

[Alexandra Yurova](#) , [Alexey Lychagin](#), [Eugene Kalinsky](#), [Yuri Vassilevski](#), [Mikhail Elizarov](#) & [Andrey Garkavi](#)

<https://doi.org/10.17238/2226-2016-2-45-52>

УДК 617.3

© Е.Б.Калинский, А.С.Юрова, А.В.Лычагин, Г.М.Кавалерский, Ю.В.Василевский, А.И.Тягунова, Ф.Б.Логинов, А.А.Грицок, И.Н.Тарабарко, Р.И.Алиев, М.М.Богданов, М.М.Липина, К.М.Азаркин, А.А.Бабкова, 2024
Оригинальная статья / Original article

БИОМЕХАНИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НАДКОЛЕННИКА В НОРМЕ И ПРИ ПОВРЕЖДЕНИИ МЕДИАЛЬНОЙ ПАТЕЛЛОФЕМОРАЛЬНОЙ СВЯЗКИ

Е.Б. КАЛИНСКИЙ¹, А.С. ЮРОВА², А.В. ЛЫЧАГИН¹, Г.М. КАВАЛЕРСКИЙ¹, Ю.В. ВАСИЛЕВСКИЙ^{1,2,3}, А.И. ТЯГУНОВА^{1,3}, Ф.Б. ЛОГИНОВ¹, А.А. ГРИЦОК¹, И.Н. ТАРАБАРКО¹, Р.И. АЛИЕВ¹, М.М. БОГДАНОВ¹, М.М. ЛИПИНА¹, К.М. АЗАРКИН¹, А.А. БАБКОВА¹

**СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ**

