



Биомеханические модели в ортопедии

Калинский Е.Б. Лычагин А.В.

1-2 декабря 2025 г
МОСКВА



Математика в
медицине 2025

Введение

актуальность

Персонализированная медицина

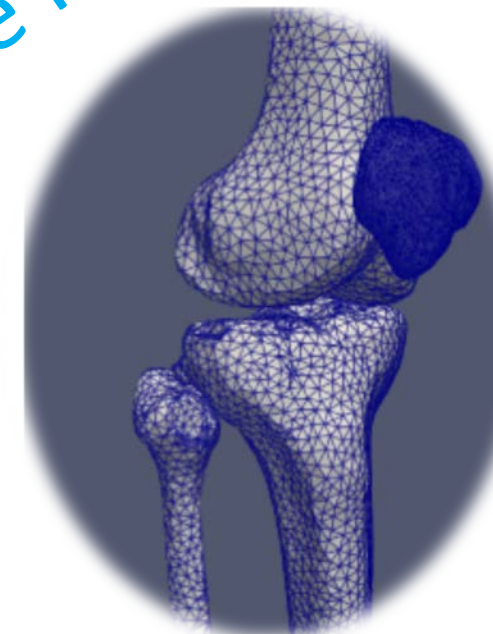
Анализ механики движений

Разработка новых методов лечения

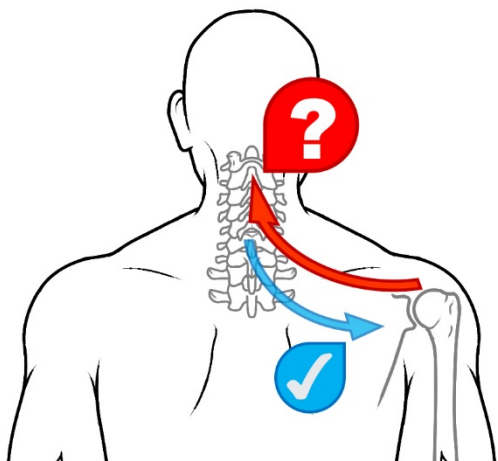
Повышение качества лечения пациентов

Наши достижения

Текущие проекты

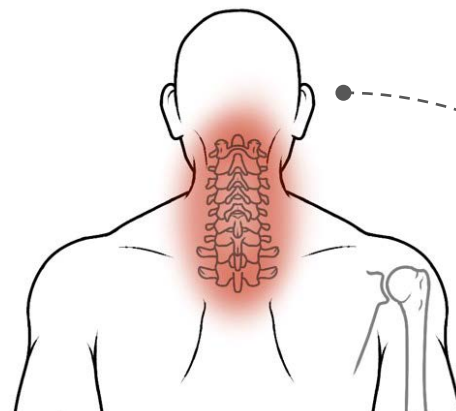


Суть проблемы

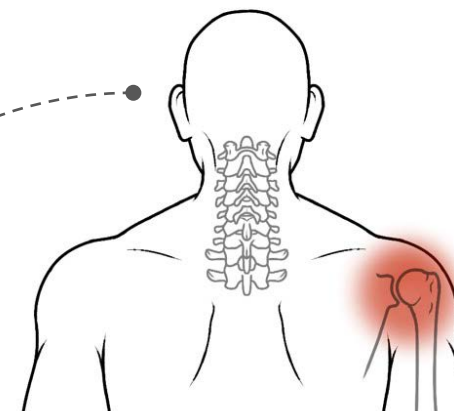


От 20 до 50 % населения
Боль в области шеи и плечевого сустава

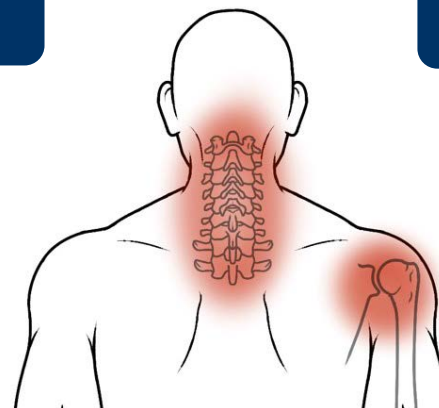
Около 10 % случаев
Комбинация этих локализаций



**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

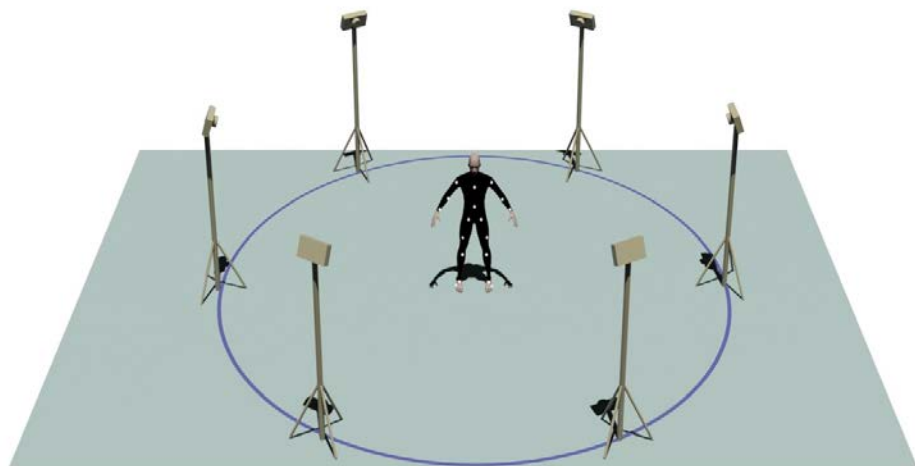
2

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

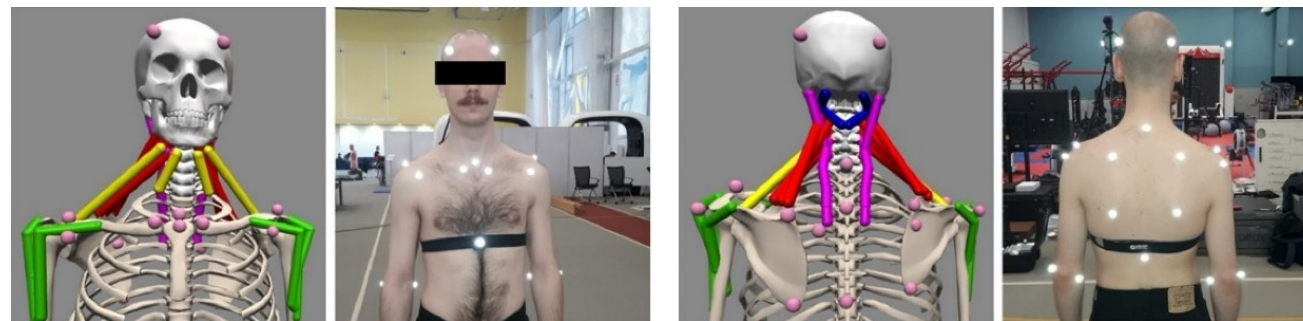
3

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

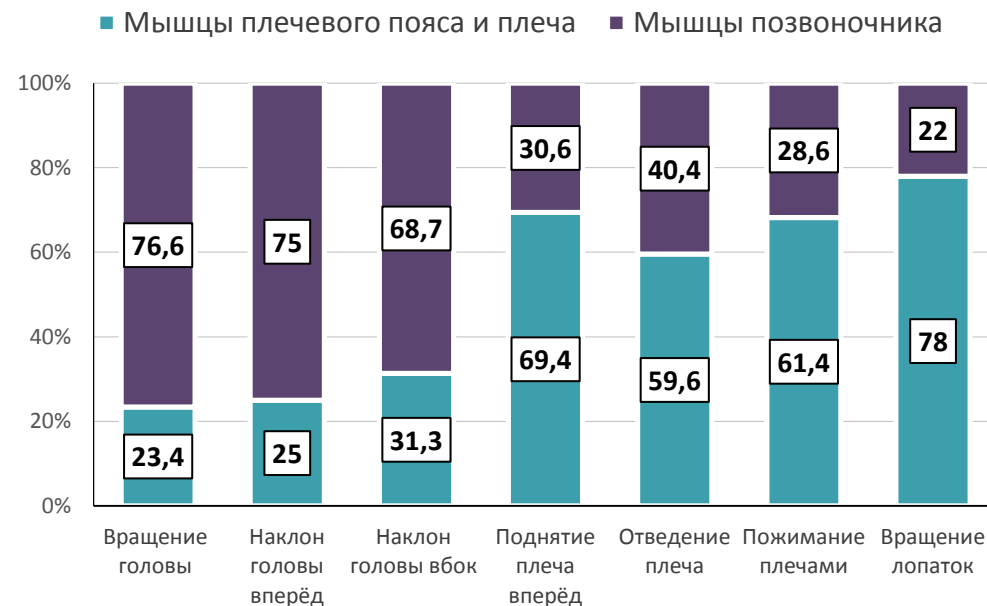
Inverse Dynamics позволяет по известной зависимости обобщённых координат от времени вычислить зависимость от времени обобщённых сил в суставах, используя известное движение модели для нахождения неизвестных обобщённых сил.

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

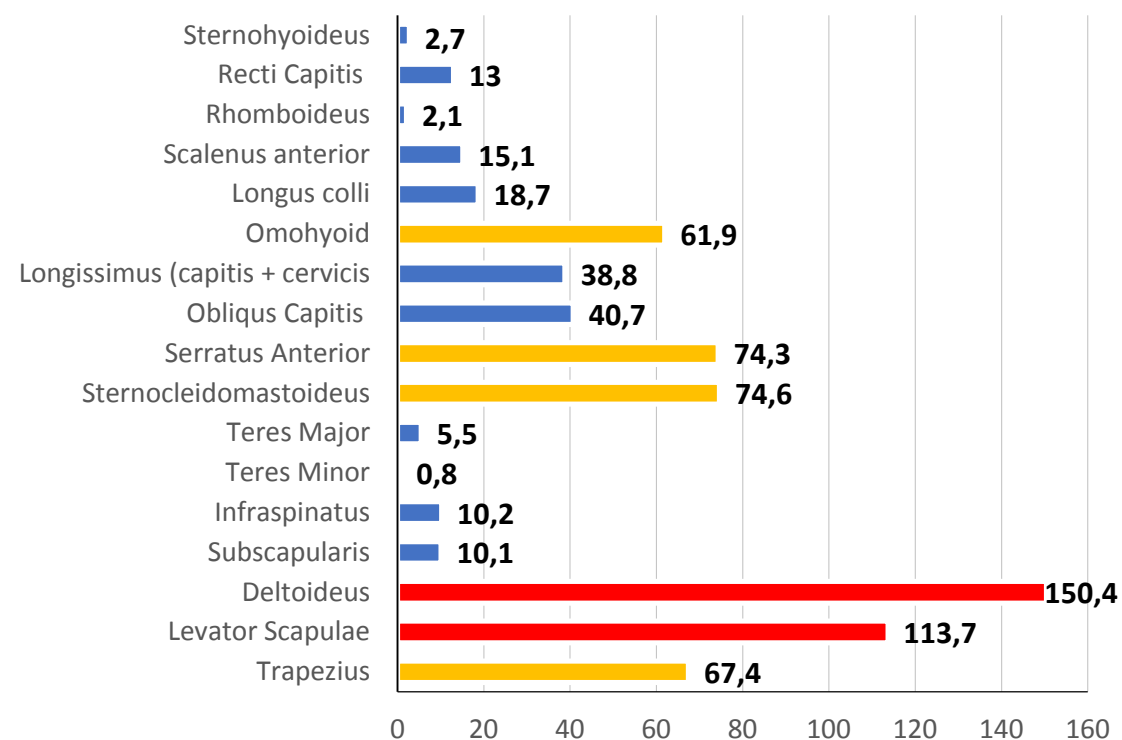
Вклад мышц в формирование движений (в %)



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**

2

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

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**

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

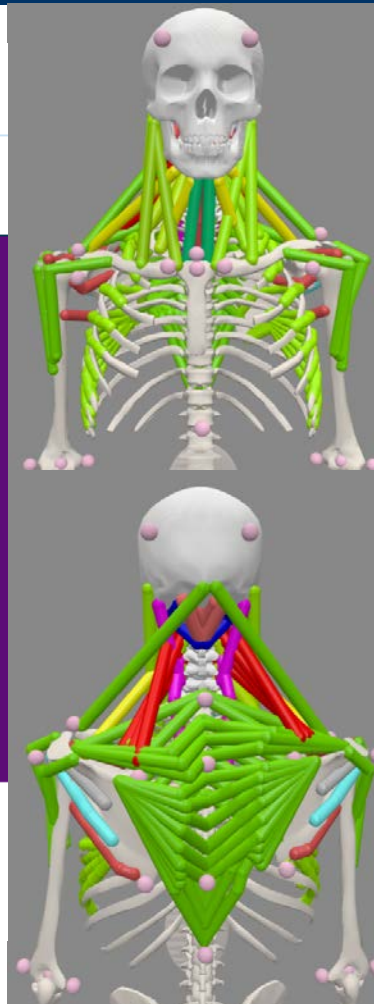
Article | [Open access](#) | Published: 30 December 2024

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

Нормальной анатомии и функции коленного сустава

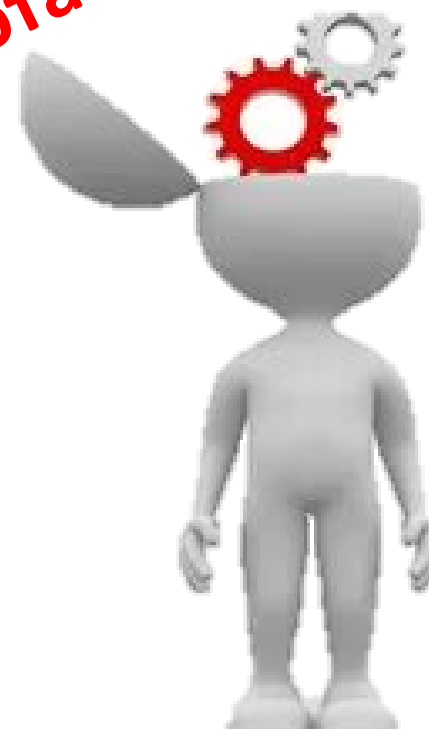
Синдрома латеральной гиперпрессии надколенника

Пластики медиальной пателлофemorальной связки

Влияния повреждений мениска на функцию коленного сустава

Функционирования коленного сустава в условиях остеоартрита

Над чем мы
работаем сейчас??



Этапы

Создания биомеханических моделей

Построение биомеханической модели

Создание персонифицированной модели

Валидация модели

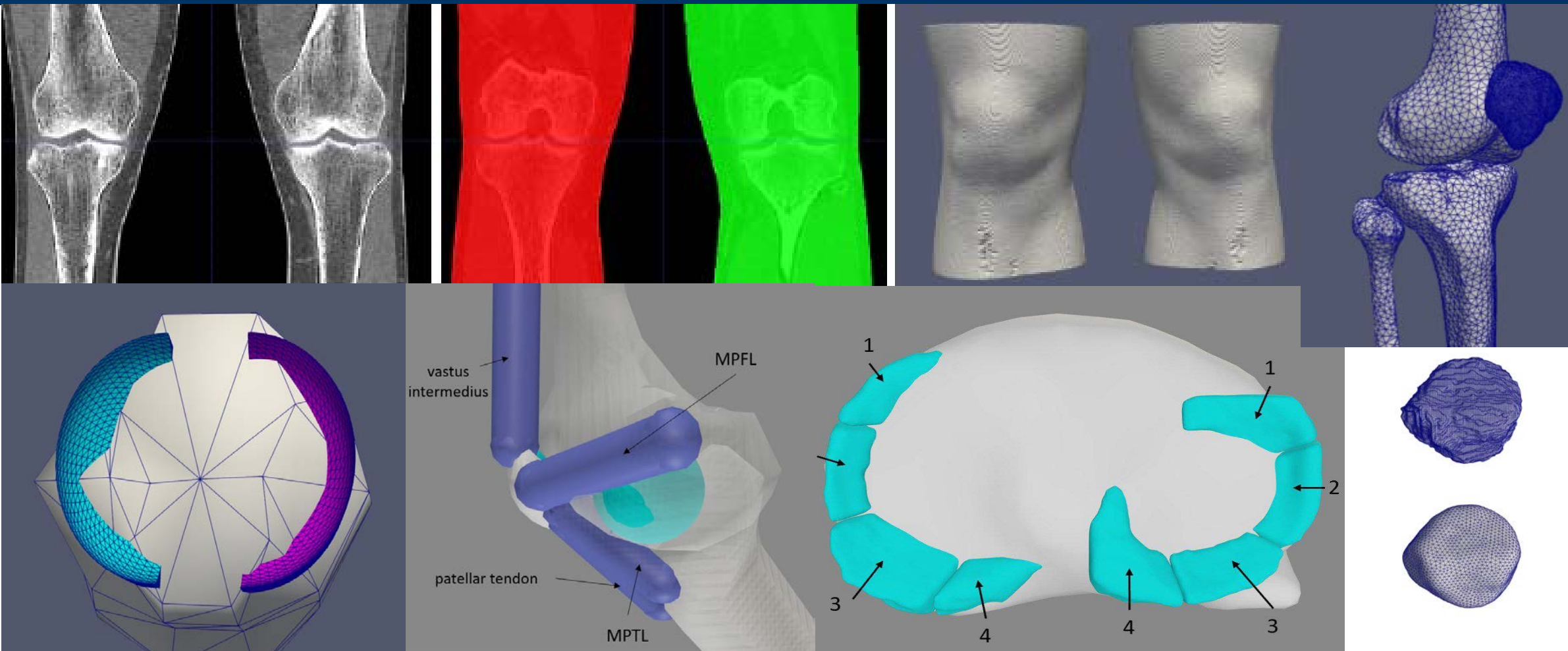
**Добавление в модель дополнительной
структуры (имплантата)**

Оценка результатов



Коленный сустав

персонализированные 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

Alexandra Yurova, Alexey Lychagin, Eugene Kalinsky, Yuri Vassilevski, Mikhail Elizarov & Andrey Garkavi

SECHENOV UNIVERSITY
LIFE SCIENCES

Sechenov Medical Journal

Advanced search

HOME ABOUT CURRENT ARCHIVES ANNOUNCEMENTS ONLINE FIRST

Home > Vol 15, No 1 (2024) > Yurova

Patellar motion and dysfunction of its stabilizers in a biomechanical model of the knee joint

A. S. Yurova, A. I. Tyagunova, F. B. Loginov, Yu. V. Vassilevski, A. V. Lychagin, E. B. Kalinsky, E. V. Larina, N. V. Gorohova, K. A. Devyatov, O. N. Bogdanov, I. B. Kovalenko, K. V. Chesnokova, M. A. Dergachev, E. Yu. Mychka, O. N. Kosukhin

Start submission
Author Guidelines
Editorial Board
Peer Review

КАФЕДРА ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ

2'2024

THE DEPARTMENT OF TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS

<https://doi.org/10.17238/2226-2016-2024-2-45-52>

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. Грицюк, 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. ГРИЦЮК¹, И.Н. ТАРАБАРКО¹, Р.И. АЛИЕВ¹, М.М. БОГДАНОВ¹, М.М. ЛИПИНА¹, К.М. АЗАРКИН¹, А.А. БАБКОВА¹



**СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ**