

ОТЗЫВ

научного руководителя

на диссертационную работу Сидоренко Дмитрия Александровича
«Биомеханическое исследование элементов позвоночно-тазового комплекса
и систем металлофиксации у взрослых и детей»
по специальности 1.1.10 «Биомеханика и биоинженерия»

Сидоренко Дмитрий Александрович в 2019 году окончил механико-математический факультет СГУ имени Н.Г. Чернышевского по специальности 09.04.03 «Прикладная информатика» с присвоением квалификации «Магистр». С 2019 по 2024 г. Сидоренко Д.А. обучался в аспирантуре СГУ имени Н.Г. Чернышевского и начал заниматься тематикой биомеханического моделирования в травматологии и ортопедии, а также изучением прочностных свойств губчатой костной ткани.

С 2018 по 2021 годы Дмитрий Александрович являлся одним из основных исполнителей проекта «Разработка прототипа системы поддержки принятия врачебных решений в реконструктивной хирургии позвоночно-тазового комплекса» Фонда перспективных исследований, реализуемого Саратовским университетом. В рамках этого проекта Сидоренко Д.А. занимался разработкой программных модулей, решающих задачи биомеханики для элементов позвоночно-тазового комплекса, а также участвовал в проведении и анализе результатов экспериментов по оценке механических и прочностных свойств губчатой кости головок бедра человека.

Актуальность работы Дмитрия Александровича не вызывает сомнений. В последние годы биомеханическое моделирование все чаще упоминается научной в литературе как способ прогнозирования послеоперационного периода, а также как этап предоперационного планирования применительно к травматологии и ортопедии. Известны также примеры внедрения результатов моделирования при разработке индивидуальных имплантатов и при подготовке к операции.

Диссертационная работа Дмитрия Александровича посвящена разработке зависимостей, связывающих механические и структурные свойства губчатой костной ткани, и их применению в биомеханическом моделировании сегментов позвоночника с установленными системами фиксации.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, пяти приложений и списка использованной литературы.

В первой главе диссертации приведен обзор современной литературы по теме исследования. Вторая глава содержит материалы и методы, описаны методологии механических экспериментов, алгоритмы автоматической обработки результатов экспериментов и кластеризации данных, а также представлена математическая постановка задачи о напряженно-деформированном состоянии позвоночно-двигательных сегментов, представлены результаты анализа сеточной сходимости и валидации модели. В третьей главе описаны результаты механических экспериментов и их автоматизированной обработки для построения новых зависимостей, связывающих прочностные и структурные свойства губчатой кости. В четвертой главе даны результаты моделирования сегмента L4-L5 позвоночника взрослого пациента и обоснования порогового значения единиц Хаунсфилда (критерия нестабильности фиксации). В пятой главе приведены результаты расчета предельно допустимой контракционной нагрузки на винты в сегменте детского позвоночника. Далее приводится заключение по работе.

В результате выполнения исследований в рамках диссертации Дмитрий Александрович разработал оригинальную методику кластеризации данных, полученных из экспериментов по одноосному сжатию образцов губчатых костей, позволяющую строить регрессионные зависимости, связывающие механические и структурные свойства губчатой кости; получил регрессионные зависимости для вычисления эффективных модулей упругости при сжатии губчатой кости детских позвонков в двух направлениях (вдоль оси и поперек оси тела позвонка) на основе рентгеновской плотности кости,

выраженной в единицах Хаунсфилда; определил критерий нестабильности транспедикулярной фиксации и проседания межтелового заменителя на нижнепоясничном уровне позвоночника взрослых пациентов; представил оригинальную методику биомеханического моделирования, основанную на пациент-ориентированном численном расчете напряженно-деформированного состояния системы «позвонок-транспедикулярный винт», для определения величины максимального контракционного усилия, прикладываемого хирургом к транспедикулярным винтам, необходимого для исправления сколиотической деформации у детей и не вызывающего повреждения костной ткани позвонков.

Результаты исследования, проведенного Сидоренко Д.А., имеют существенную практическую значимость, так как могут быть использованы в биомеханическом моделировании при предоперационном планировании хирургического лечения последствий заболеваний и повреждений элементов позвоночно-тазового комплекса. Дмитрий Александрович продемонстрировал, что биомеханическое моделирование позволяет получать клинически значимые данные, которые могут быть использованы в рутинной практике врачей.

Результаты диссертации внедрены в учебную деятельность механико-математического факультета и факультета фундаментальной медицины и медицинских технологий Саратовского университета. Работа доложена на всероссийских и международных конференциях.

При проведении исследования Дмитрий Александрович проявил себя как ответственный и высококвалифицированный исследователь, способный решать сложные научные задачи и достигать поставленных целей.

Результаты диссертационной работы Дмитрия Александровича легли в основу разработки программного обеспечения (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RU 2024661970), реализующего автоматический расчет прочностных свойств костной ткани по экспериментальным диаграммам «деформация-напряжение», получаемым

при одноосном сжатии образцов губчатой кости. Дмитрием Александровичем также создана и наполнена база данных (свидетельство о государственной регистрации базы данных RU 2024622484), содержащая прочностные свойства губчатой костной ткани. Диссертантом разработано программное обеспечение для автоматической кластеризации результатов экспериментов по одноосному сжатию образцов губчатой костной ткани (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RU 2025666008) с целью построения регрессионных зависимостей для неинвазивного пациент-ориентированного расчета прочностных свойств губчатой кости на основе ее структурных характеристик.

Представленное Сидоренко Дмитрием Александровичем диссертационное исследование является завершенной научной работой «Биомеханическое исследование элементов позвоночно-тазового комплекса и систем металлофиксации у взрослых и детей» соответствует критериям, установленным пп. 9-11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г. для кандидатских диссертаций, по содержанию соответствует специальности 1.1.10 «Биомеханика и биоинженерия». Считаю, что автор работы Сидоренко Д.А. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Иванов Дмитрий Валерьевич

Научный руководитель, доктор
физико-математических наук, доцент,
профессор кафедры математической
теории упругости и биомеханики
Саратовского университета.

Адрес: 410012, Саратов, Астраханская 83.

Email: ivanovdv.84@ya.ru.

