

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о диссертационной работе

Салем Самии Фарук Ибрахим

«Моделирование транспорта магнитных наночастиц в кровеносных сосудах под действием внешнего магнитного поля», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 03.01.02. - Биофизика.

Магнитное лекарственное таргетирование основано на введении в кровеносный сосуд магнитных наночастиц, покрытых терапевтическими агентами, которые под воздействием внешнего магнитного поля способны адресно перемещаться к определенным патологическим участкам организма. Такой способ воздействия помогает поддерживать низкую общую терапевтическую концентрацию лекарственных препаратов в организме, тем самым сводя к минимуму побочные эффекты, что позволяет концентрировать терапевтическое действие в патологических тканях. Такой метод, может быть полезен для лечения онкологических заболеваний, атеросклероза, артериальной окклюзии, инсульта и других заболеваний. В диссертационной работе Салем Самии Фарук Ибрахим изучается транспорт магнитных наночастиц при допущениях модели несжимаемого, вязкого и немагнитного кровотока в сосудах. Наночастицы магнетита, такие как суперпарамагнитные наночастицы оксида железа (Fe_3O_4), используются в этом исследовании благодаря их сильным ферромагнитным свойствам, сравнительно низкой чувствительности к окислению, низкой токсичности, биосовместимости и стабильности. Такие наночастицы могут быть захвачены и накоплены в месте мишени путем приложения внешнего магнитного поля. Для определения влияния приложенной магнитной силы на магнитные наночастицы и скорости этих частиц использовались уравнения Ньютона, т.к. кровь считается несжимаемой, вязкой и немагнитной жидкостью. Для численного решения уравнения движения, описывающего течение жидкости с магнитными наночастицами с использованием комбинации магнитных уравнений для постоянного магнита и

уравнения Навье-Стокса для жидкости, применялось программное обеспечение COMSOL Multiphysics®.

Представляется, что понимание закономерностей транспорта магнитных наночастиц с помощью внешнего магнитного поля, будет востребовано в медицинских приложениях, поскольку на сегодняшний день существует необходимость в разработке новых технологий персонализированного лечения, направленного на разрушение опухолей на уровне одной клетки для увеличения выживаемости пациентов и снижения образования рецидивов.

Представленное в настоящей диссертации моделирование магнитноуправляемых процессов в сосудах может также представлять интерес для развития биомедицинской магнитной робототехники, которая является актуальной проблемой, требующей создания гибких магнитных полей в организме человека и эффективного транспорта магнитных наночастиц, а также в различных областях применения наночастиц магнетита в живых системах для биовизуализации, лечения рака и генной терапии, а также решения проблем свертывания крови, МРТ-контрастирования, мониторинга и контроля очистки тканей головного мозга от метаболитов и токсинов, активации дренажной функции мозга, магнитомоторной оптической когерентной томографии и лазерной спекл-визуализации.

В диссертационном исследовании получен целый ряд новых научных результатов. Методом компьютерного моделирования, используя численный метод решения (метод конечных элементов) и программное обеспечение COMSOL Multiphysics®, теоретически описан перенос (транспорт) и улавливание магнитных наночастиц, таких как частицы оксида железа (Fe_3O_4), движущихся в потоке крови в кровеносных сосудах при действии внешнего магнитного поля. Значимость этих результатов, как с теоретической, так и с прикладной точки зрения, не вызывает сомнений.

Результаты диссертации Салем Самии Фарук Ибрахим прошли широкую апробацию на ряде представительных научных конференций и семинаров.

1. Saratov Fall Meeting SFM'19 (Россия, Саратов, 2019), Numerical simulation for magnetic nanoparticles in targeted drug delivery system through blood vessel;
2. XVII Всероссийской молодежной Самарской конкурс-конференции научных работ по оптике и лазерной физике (Россия, Самара, 2019), Магнитные наночастицы для целевой доставки лекарств: численное моделирование;
3. Saratov Fall Meeting SFM'20 (Россия, Саратов, 2020), A Model for particle transport in a branched blood vessel under the influence of magnetic field;
4. Saratov Fall Meeting SFM'20 (Россия, Саратов, 2020), Theoretical model of magnetic nanoparticles under the influence of the magnetic field;
5. Industrialization Potential of Optics in Biomedicine i-POB by POB, online conference (Poland, Warsaw, 2020), Visualization and Trapping of Magnetic Microcapsules in a Bloodstream;
6. Всероссийской школе-семинаре «Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине – 2020». (г. Саратов, 2020), Теоретическая модель переноса частиц в разветвленном кровеносном сосуде в присутствии магнитного поля;
7. Material Science: Characterisation and Applications of Advanced Nanophotonic Materials and Structures (Virtual Conference 2021. Andor, Asylum Research), Imaging of vital organs using magnetic capsules;
8. Исследования молодых ученых в биологии и экологии «Магнитосомы магнитотактических бактерий в лечении рака» (Россия, Саратов, 2021);
9. 2021 VIRTUAL FIP Symposium Fitzpatrick Institute for Photonics Pratt School of Engineering Duke University, May 16-18, 2021(Imaging of vital organs such as kidney using microcapsules).

Результаты диссертации в достаточной мере опубликованы в ведущих рецензируемых научных изданиях.

Все основные результаты, включенные в диссертацию, получены Салем Самией Фарук Ибрахим самостоятельно. Во время обучения в аспирантуре Салем Самия Фарук Ибрахим освоила русский язык, успешно прошла

программу обучения и сдала экзамены, зарекомендовала себя как ответственный квалифицированный исследователь-биофизик.

Основные результаты диссертации представляются обоснованными и достоверными. Тема диссертации полностью соответствует специальности 03.01.02. - Биофизика. Работа в полной мере удовлетворяет всем требованиям пп. 9–11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Салем Самия Фарук Ибрахим, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Научный руководитель:

Заведующий кафедрой оптики и биофотоники
ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»,
д.ф.-м.н., профессор, чл.-кор. РАН
Тучин Валерий Викторович

410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83
тел. + 7- 904-241-97-10
e-mail: tuchinvv@mail.ru

Подпись проф. Тучина В.В. заверяю

«__» _____ 2021 г.

