

Интеллектуальный анализ данных МРТ для трекинга и когнитивной визуализации движения скоплений стволовых клеток

Шустова М.В., Фраленко В.П., Хачумов М.В.

Работа посвящена методам интеллектуальной обработки биомедицинских данных для анализа траекторий движения скоплений трансплантированных стволовых клеток (СК). Целью работы является решение задачи когнитивного отображения движения скоплений клеток с применением алгоритмов 2D- и 3D-морфинга. Задача автоматического отслеживания СК является актуальной, поскольку клеточная терапия, основанная на применении регенеративных свойств СК взрослого организма, является перспективным направлением в области лечения ряда тяжелых заболеваний [1-3]. На данный момент остаются нерешенными вопросы во многих аспектах клеточной терапии, что требует проведения дополнительных исследований особенностей движения СК и разработки соответствующего инструментария когнитивной визуализации.

Основными методами мониторинга стволовых клеток являются оптические и неоптические методы визуализации, гибридные технологии, методы мультимодального имиджинга [4]. Большая часть этих методов базируется на использовании контрастирующих агентов, за счет которых достигается большая точность и информативность данных (см. рис.1).

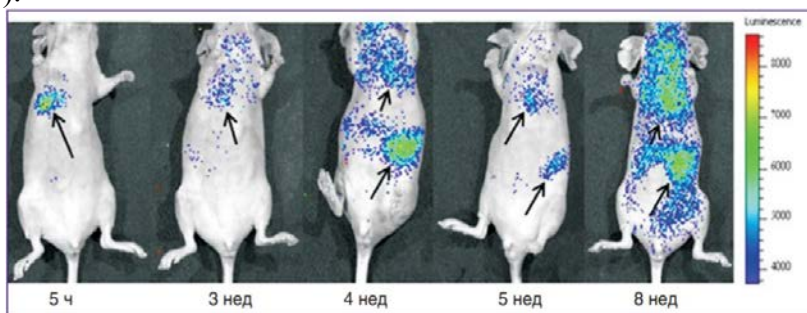


Рис. 1. Биолюминесцентный имиджинг СК

Методы автоматизированной когнитивной визуализации, приведенные в работе [5], позволяют анализировать большие объемы томографических данных, что способствует более быстрому пониманию ситуации. Алгоритмы, представленные в этой работе, позволяют выделять скопления СК (см. рис. 2-4).

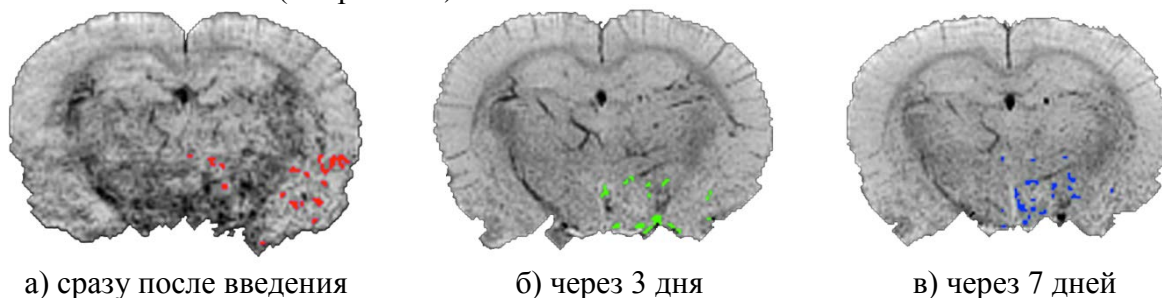


Рис. 2. Когнитивная визуализация трансплантированных СК

Построение карт миграции стволовых клеток возможно за счет сочетания автоматизированных алгоритмов выделения скоплений СК и математических методов сопоставления (регистрации) множеств точек. В частности, применение метода «Coherent Point Drift» [6] позволяет достаточно полно восстановить картину движения СК: на рис. 5 отображены последовательные этапы движения скоплений стволовых клеток. Зеленым цветом обозначены клетки, движущиеся к конечным позициям, обозначенным красным цветом.

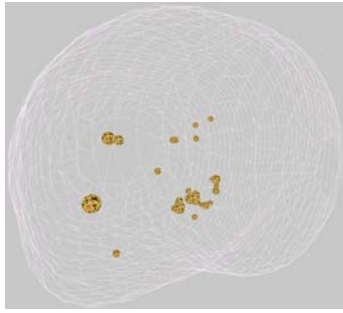


Рис. 3. Когнитивная 3D-визуализация СК

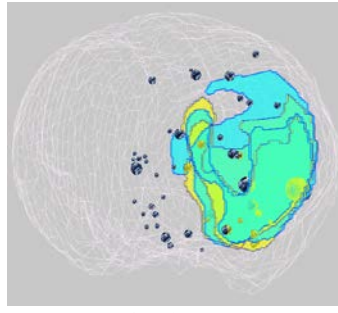
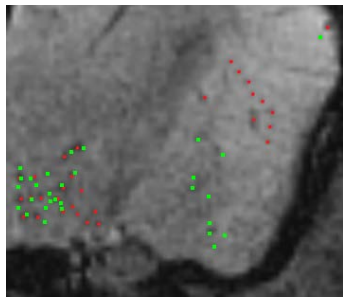
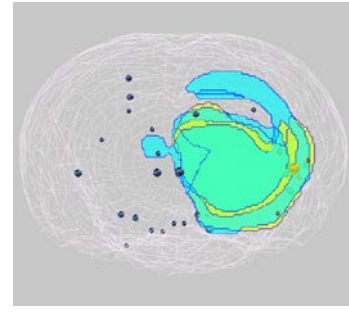
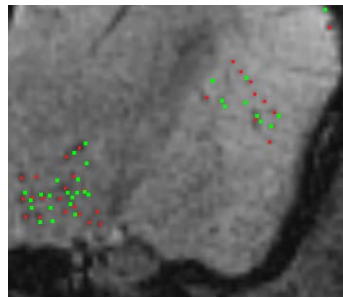


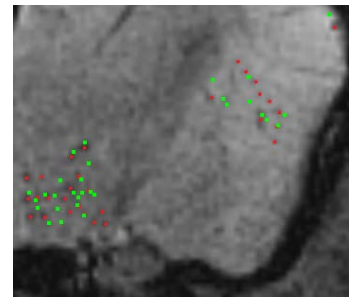
Рис. 4. Совмещенная 3D-визуализация СК и областей ишемического поражения



а)



б)



в)

Рис. 5. Движение скоплений стволовых клеток

Авторами настоящего исследования предложен алгоритм и программное обеспечение для визуализации движения скоплений СК с применением технологии морфинга. Особенностью данных эксперимента является наличие достаточно редких и продолжительно разнесенных во времени снимков МРТ, что определяется технологическими особенностями проводимых практических исследований в щадящих режимах съема информации с лабораторных животных.

Когнитивная 2D- и 3D-визуализация процессов трекинга СК с включением возможностей морфинга позволяет врачам-исследователям наглядно и детально исследовать закономерности хоуминга стволовых клеток. Работа выполнена в рамках проектов РФФИ № 16-29-07116-офи_м и № 17-29-07002-офи_м.

Список литературы

1. Сергеев В.С., Тихоненко Т.И., Буклаев Д.С., Баиндурашвили А.Г., Афанасьев Б.В. Клеточная терапия несовершенного остеогенеза. – Гены и клетки, №4, 2016, с.22-33.
2. Jibing Yang, Zhenquan Jia “Cell-based therapy in lung regenerative medicine” // Regenerative Medicine Research. 2014, 2:7. URL: <https://regenmedres.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/2050-490X-2-7> (дата обращения: 05.10.2018).
3. Гольдштейн Д.В., Фатхудинов Т.Х. Актуальные вопросы клеточной терапии миокарда. – Вестник РАМН, №4, 2012, с.16-24.
4. Мелешина А.В., Черкасова Е.И., Ширманова М.В., Храпичев А.А., Дуденкова В.В., Загайнова Е.В. Современные методы визуализации стволовых клеток in vivo (обзор). – Современные технологии в медицине, №4, 2015, с.174-188.
5. Фраленко В.П., Шустова М.В. Программный комплекс для автоматического выделения, визуализации и расчета информативных характеристик областей интереса в биомедицинских данных МРТ. – Вестник новых медицинских технологий, электронный журнал, №4, 2017. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-4/6-3.pdf> (дата обращения: 05.10.2018).
6. Myronenko A., Song X. Point set registration: coherent point drift // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.32, No.12, 2010, pp.2262-2275.