

45. Warner-Schmidt J. L., Duman R. S. Hippocampal neurogenesis: opposing effects of stress and antidepressant treatment // *Hippocampus*. 2006. Vol.16. P. 239–249.
46. Zupanc G., Clint S. C. Potential role of radial glia in adult neurogenesis of teleost fish // *Glia*. 2003. Vol. 43. P. 77–86.
47. Zupanc G., Hinsch K., Gage F. H. Proliferation, migration, neuronal differentiation and long-term survival of new cells in the adult zebrafish brain // *J. Comp. Neurol.* 2005. Vol. 488. P. 290–319.
48. Zupanc G. K. Neurogenesis and neuronal regeneration in the adult fish brain // *J. Comp. Physiol. A*. 2006. Vol. 192. P. 649–670.
49. Zupanc G. K. H., Sîrbulescu R. F. Teleost Fish as a Model System to Study Successful Regeneration of the Central Nervous System // *Current Topics in Microbiology and Immunology*. 2013. Vol. 367. P. 193–233.

*Одинцова И. А.*

## СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ГИСТОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА РАНЕВОГО ПРОЦЕССА

*Кафедра гистологии с курсом эмбриологии (заведующая – проф. И. А. Одинцова)  
Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург,  
e-mail: odintsova-irina@mail.ru*

---

В течение нескольких десятилетий предметом исследований гистологов Военно-медицинской академии является изучение закономерностей регенерационного процесса, в том числе при заживлении механических и огнестрельных ран. Эта проблема нашла отражение в научных трудах Н. Г. Хлопина, А. А. Заварзина, С. И. Шелкунова, А. А. Клишова и их учеников. Тщательный гистологический анализ регенерации тканей с различными камбиальными свойствами позволил выявить основные закономерности регенерационного гистогенеза, гистионный и клеточно-дифференный состав регенерата на этапах заживления ран [1, 2, 5]. При анализе заживления ран применяются различные методологические подходы, которые зачастую связаны с профилем научной специальности исследователя. Поэтому, несмотря на значительное количество накопленного фактического материала, остаются не до конца исследованными вопросы о клеточных источниках регенерации ряда тканей, участии в этом процессе различных клеточных дифферонов, межтканевых взаимодействиях в регенерате сложного состава. Поскольку в научной литературе имеется мало данных о характеристике жизнедеятельности клеток, формах клеточной гибели, реактивных изменениях клеточных дифферонов, представляется необходимым дальнейшее накопление и систематизация экспериментального материала. Это будет способствовать научному обоснованию лечебных мероприятий и выбору средств оптимизации течения раневого процесса [1].

Гистологический анализ регенерационного гистогенеза неразрывно связан с такими ключевыми понятиями, как камбиальность тканей, пролиферация,

дифференциация и адаптация тканевых элементов [1, 3, 4]. Регенерационный гистогенез следует рассматривать как часть общего процесса репаративной регенерации органа, которая, как правило, протекает с образованием так называемой грануляционной ткани, развивающейся на месте повреждения функционально ведущей ткани. Например, при огнестрельном повреждении мышц конечностей основная ткань (поперечнополосатая скелетная мышечная ткань) подвергается либо полной дегенерации, либо посттравматический мио-гистогенез остается незавершенным, прерываясь на стадии мышечных трубок. Требуется дальнейшего исследования поиск причин, определяющих своеобразие течения раневого гистогенеза в тканях различного происхождения.

Для повреждения тканей, входящих в состав кожи и скелетных мышц, характерны стереотипные гистологические процессы и сменяющие друг друга во времени фазы – фаза травматического некроза, фаза воспаления и фаза регенерационного гистогенеза. Каждой из фаз свойственны свои межклеточные и межтканевые корреляции, анализ которых позволил разработать концепцию о составе и морфофункциональных изменениях тканевых элементов, входящих в межклеточную кооперацию, выделить ведущие функциональные гистионы [1]. Гистионы представляют собой динамичные клеточных кооперации, состав которых закономерно изменяется в зависимости от фазы раневого процесса и пространственной организации перинекротической области раны. В клеточных кооперациях перинекротической области функционально доминируют в зависимости от фазы раневого процесса различные гистологические элементы. Так, основными компонентами гистиона фазы воспаления являются на ранних этапах (6–24 час.) тканевые базофилы, нейтрофильные гранулоциты, видоизмененные эндотелиоциты мелких кровеносных сосудов. Начиная с 2 суток после ранения в составе воспалительного функционального гистиона наблюдается резкое увеличение числа макрофагов.

Клеточный состав регенерационного гистиона (гистиона фазы регенерации) тоже меняется во времени, что связано со сменой фаз регенерационного гистогенеза. Пролиферативная фаза сменяется фазой дифференциации тканевых элементов, затем следует фаза адаптивной перестройки тканевых структур. В составе гистиона пролиферативной фазы регенерационного гистогенеза ведущая роль принадлежит прогениторным и камбиальным клеткам. Например, в эпителии кожи наблюдается не только усиление пролиферативной (митотической) активности базальных и шиповатых эпителиоцитов перинекротической области раны, но и эпителиоцитов наружных эпителиальных корневых влагалищ волоса с последующей миграцией этих клеток на поверхность эпидермиса. В соединительной ткани кожи ведущими на данном этапе тканевыми элементами являются периваскулярные клетки и субэпидермально расположенные молодые фибробласты. Диагностическим маркером начала регенерации в поперечнополосатой скелетной мышечной ткани является активация миосателлитоцитов [2, 6]. Состав гистиона фазы дифференциации связан с формированием грануляционной ткани сложного состава. Доминирующими клеточными элементами на этом этапе являются фибробласты и эндотелиоциты. В фазе адаптивной перестройки соединительнотканного регенерата грануляционная ткань замещается плотной волокнистой

соединительной тканью. При этом доля фибробластов и эндотелиоцитов в регенерационном гистионе существенно снижается.

В поперечнополосатой скелетной мышечной ткани одним из маркеров фазы дифференциации является новообразование симпластических структур. Они являются ведущими в составе регенерационного гистиона. Особенностью огнестрельного повреждения является отсутствие молодых мышечных волокон из-за активной гибели мышечных трубок.

Таким образом, клеточный состав гистиона изменчив. Он может включать клетки различной гистогенетической детерминации, компоненты межклеточного вещества, сосуды, нервные элементы. Ключевым принципом для выделения различных гистионов (с целью систематизации фактического материала и объективизации анализа закономерностей регенерационного процесса) является принцип функциональной значимости того или иного тканевого элемента или взаимодействия таковых в составе ткани и органа. Концепция гистионной организации регенерационного процесса не только способствует его более глубокому экспериментальному анализу, но и позволяет выявить как общебиологические, так и специфические реакции живых систем на различные повреждающие факторы и воздействия с лечебными целями.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Данилов Р. К. Раневой процесс: гистогенетические основы. СПб.: ВМедА, 2008.
2. Данилов Р. К., Одинцова И. А. Мышечная система // Руководство по гистологии. Т. 1. СПб.: СпецЛит. 2011. С. 425–441.
3. Гололобов В. Г. Посттравматический остеогистогенез (поляризационно-оптическая характеристика) // Вопросы морфологии XXI века // Под ред. И. А. Одинцовой, С. В. Костюкевича. Вып. 3. СПб., 2012. С. 39–45.
4. Одинцова И. А., Гололобов В. Г. Фундаментальные исследования и практическая направленность преподавания гистологии опорно-двигательной системы человека // Морфология. 2011. Т. 140. Вып. 6. С. 89–91.
5. Одинцова И. А., Данилов Р. К., Гололобов В. Г., Хилова Ю. К., Русакова С. Э., Комарова А. С. Раневой гистогенез: гистологическая организация и оптимизация процесса // Морфология. 2014. Т. 145. Вып. 3. С. 147.
6. Одинцова И. А., Чепурненко М. Н., Комарова А. С. Миосателлитоциты – камбиальный резерв поперечнополосатой мышечной ткани // Гены и клетки. 2014. Т. IX. № 1. С. 2–14.