

ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РОСТА ЭПИТЕЛИАЛЬНОЙ ТКАНИ В ПЕРФУЗИОННОМ БИОРЕКТОРЕ

Красняков И.В., Бузмаков М.Д., Брацун Д.А.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Россия,
614013, Пермь, ул. Профессора Поздеева, д. 11, +7 964 192 23 64,
krasnyakov_ivan@mail.ru

Течение жидкости в биореакторах играет ключевую роль, обуславливающую темпы роста ткани, что является одной из главных задач тканевой инженерии в скаффолдах. Кроме интенсивного переноса питательных веществ прокачка нутриента инициирует пристеночные касательные напряжения на клетки растущей ткани. Было показано, что в определённом диапазоне пристеночных касательных напряжений клетки делятся интенсивнее [1]. Однако, существующие модели [2], как правило, не учитывают двустороннюю связь между растущей тканью, изменяющей гидродинамическое сопротивление канала, и возникающими механическими напряжениями, что может приводить к значительным погрешностям в прогнозировании кинетики роста и морфологии ткани.

В данной работе мы предлагаем математическую модель роста эпителиальной ткани в перфузионном биореакторе, которая учитывает возникновение пристеночных касательных напряжений и их влияние на процесс клеточного деления. Для этого нами была модифицирована ранее разработанная модель [3] роста клеточной ткани в порах скаффолда. В модель введено уравнение, связывающее локальную скорость роста ткани с величиной пристеночного касательного напряжения, а также учтено динамическое изменение геометрии потока по мере утолщения клеточного слоя.

В работе представлены результаты численного моделирования, демонстрирующие неоднородный рост ткани вдоль канала биореактора. Показано, что пренебрежение механическими напряжениями приводит к занижению прогнозируемой скорости роста на 25–40% в областях с развитой гидродинамикой. Выполнено сравнение с имеющимися экспериментальными данными [1], что подтверждает адекватность предложенной математической модели.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда, грант № 25-11-00338, <https://rscf.ru/project/25-11-00338/>

Литература

1. Jiang G., White C., Stevens H., et al. Temporal gradients in shear stimulate osteoblastic proliferation via erk1/2 and retinoblastoma protein // *Am. J. Physiol. Endocrinol.* **Vol. 283**, 2002, P. E383–E389.
2. Alt S., Ganguly P., Salbreux G. Vertex models: from cell mechanics to tissue morphogenesis // *Phil. Trans. R. Soc. B.* **Vol. 37**, 2017. Art. 20150520.
3. Krasnyakov I., Bratsun D. Cell-based modeling of tissue developing in the scaffold pores of varying cross-sections // *Biomimetics.* **Vol. 8**, 2023. Art. 562.