

ПОДДЕРЖАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ЭНТРОПИИ В ЭПИДЕРМИСЕ

В.В. Аристов¹, Е.О. Василенко², Ю.Д. Нечипуренко²,

¹Федеральный исследовательский центр “Информатика и управление” Российской академии наук, Россия, 119333, Москва, ул. Вавилова, 44, стр. 2, Тел.: +7 (499) 135-62-60, aristovvl@yandex.ru,

²Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта Российской академии наук, Россия, 119991, Москва, ул. Вавилова, д. 32, Тел.: +7 (499) 135-97-81, nech99@mail.ru,

Многослойные ткани, такие как эпидермис, поддерживают порядок благодаря пространственному градиенту клеточной дифференциации, который обеспечивает как структурную, так и функциональную организацию. Этот структурный порядок подразумевает стационарный и неравновесный процесс, который связан с изменением энтропии. Мы предлагаем дискретную одномерную модель, объединяющую термодинамические и кинетические уравнения для описания многослойной организации ткани. Этот подход является развитием представлений, изложенных нами ранее [1]. Предполагается, что избирательная клеточная проницаемость в каждом слое возникает и поддерживается направленным потоком негэнтропии от базального слоя к роговой поверхности кожи. Данный подход позволяет получить систему кинетических уравнений, описывающих метаболизм ткани, представляемой рядом взаимосвязанных термодинамических машин. Каждый слой эпидермиса выполняет работу посредством передачи метаболитов через межклеточные соединения для поддержания последующего слоя в состоянии пониженной энтропии, несмотря на его изоляцию от прямого поступления энергии из сосудов. Модель предсказывает немонотонное пространственное распределение статистической энтропии вдоль оси ткани, что можно считать отличительным признаком дифференциации. Мы вычисляем наименьший поток энергии, поступающей в базальный слой, необходимый для поддержания этого градиента энтропии. Расчёты показывают, что связь между затратами энергии и энтропией не может быть получена только на основе клеточных фенотипов, но требует введения “множителя экспрессии”, который учитывает разнообразие клеток внутри одного фенотипа. Такой подход может быть обобщён на другие ткани.

Литература

1. *Aristov, V.V.; Buchelnikov, A.S.; Nechipurenko, Y.D.* The Use of the Statistical Entropy in Some New Approaches for the Description of Biosystems // *Entropy* **24**, 2022. 172.