

Войнаровский В.В., Мартинович Г.Г. ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ H₂O₂-ИНДУЦИРОВАННОГО МЕХАНИЗМА ЗАЩИТЫ ЭРИТРОЦИТОВ

ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ H₂O₂-ИНДУЦИРОВАННОГО МЕХАНИЗМА ЗАЩИТЫ ЭРИТРОЦИТОВ

Войнаровский В.В., Мартинович Г.Г.

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Защита эритроцитов при стрессовых воздействиях осуществляется цитоплазматическими механизмами, включающими регуляцию функционального состояния гемоглобина и взаимодействия окисленных форм гемоглобина с мембраной и цитоскелетом клетки [1]. Ранее нами было показано, что повышение структурной стабильности мембран эритроцитов в результате изменения соотношения мембранных комплексов метгемоглобина и феррилгемоглобина может индуцироваться при действии пероксида водорода [2]. В настоящей работе на основе численного моделирования и спектрофотометрического анализа исследована зависимость данного эффекта от времени разрушения клеток.

Показано, что диапазон концентраций пероксида водорода, при котором наблюдается увеличение доли негемолизированных клеток (область гормезиса), зависит от типа разрушающего фактора. Гемолиз эритроцитов индуцировали осмотически, наночастицами серебра, нитратом серебра и хлорноватистой кислотой. Обнаружено, что область гормезиса зависит от времени разрушения клеток при действии повреждающего фактора. Максимум защитного эффекта при разрушении наночастицами серебра наблюдается при концентрации пероксида водорода 1250 мкМ, при разрушении нитратом серебра – при 700 мкМ, при гемолизе хлорноватистой кислотой – при 350 мкМ, а при осмотическом гемолизе – при 100 мкМ. Наиболее медленное разрушение эритроцитов индуцировалось наночастицами серебра (50 мин), наиболее быстрое – осмотически (1 мин). Время гемолиза, индуцированного нитратом серебра и хлорноватистой кислотой, составило 20 мин и 5 мин соответственно.

Защитный механизм, основанный на связывании метгемоглобина с клеточной мембраной, является универсальным для эритроцитов при действии окислителей. Однако, количество образующихся на мембране комплексов и защитные свойства клеток неодинаковы для разных стрессовых факторов. Численное моделирование процессов восстановления метгемоглобинов и феррилгемоглобинов позволяет сделать вывод о необходимости большего количества пероксида водорода при увеличении времени, затрачиваемого на разрушение. Сокращение времени гемолиза, наоборот, приводит к смещению максимума доли неразрушенных клеток к более низким концентрациям окислителя.

Таким образом, защитные свойства клеток носят динамический характер и зависят от ряда внутриклеточных и внеклеточных факторов. Динамика процессов связывания метгемоглобинов и феррилгемоглобинов играет ключевую роль в способности эритроцитов к защите от разрушения повреждающими факторами.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ, договор Б22-045.

Библиографические ссылки

1. Космачевская О.В., Насыбуллина Э.И., Блиндарь В.Н., Топунов А.Ф. Связывание эритроцитарного гемоглобина с мембраной как способ осуществления сигнально-регуляторной функции // Прикл. биохим. и микробиол., 2019. Т. 55, № 2. С. 107–123.
2. Voinarouski V., Martinovich G. Regulation of the structural stability of erythrocytes by hydrogen peroxide: mathematical model and experiment // Biochemistry (Moscow) Supplement Series A: Membrane and Cell Biology. 2022. Vol. 16, № 1. P. 28–43.