

МОДЕЛЬ ТРАНСПОРТА МАКРОМОЛЕКУЛ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЯХ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Ахманова М.А., Домогатский С.П.¹

МГУ им.Ломоносова, Физический ф-т, Каф. Биофизики, 119991, г. Москва, Ленинские горы, ГСП-1, E-mail: maria.akhmanova@gmail.com

¹НИИ экспериментальной кардиологии ГУ «Российский кардиологический научно-производственный комплекс МЗ РФ», 121552, г. Москва, 3-я Черепковская ул., д.15а, +7(495)4146950, E-mail: spdomo@gmail.com

При внешних нагрузках на имплантат (например, зубной протез или искусственный сустав, вставленный в кость) в окружающих его гелеобразных тканях возникает поток внеклеточной жидкости, величина которого влияет на процессы перестройки ткани и приживания имплантата[1]. Предполагается, что этот поток ускоряет транспорт питательных веществ, продуктов метаболизма и факторов регенерации внутри ткани. Для оценки условий, при которых скорость массопереноса может существенно возрастать, в настоящей работе предложена математическая модель транспорта молекул в биологической ткани при механической деформации. Биологическая ткань моделируется как пористый, упругий, изотропный матрикс или каркас, насыщенный интерстициальной жидкостью, содержащейся в порах матрикса. Пористая ткань граничит с раствором, которым моделируются жидкие компартменты вблизи имплантата – кровь, лимфа, экссудат или синовиальная жидкость. Скорость потока жидкости в результате деформации пор определяется модулем упругости и коэффициентом проницаемости ткани, а также амплитудой и частотой нагрузки.

Если вещество не связывается с матриксом, то по результатам модели средняя скорость его накопления в ткани возрастает максимум на 30% при увеличении частоты нагрузки от 0.001 до 1Гц (при физиологических значениях параметров ткани и при относительной деформации 5%), что согласуется с экспериментальными данными. Следовательно, циклическая деформация может незначительно ускорять транспорт растворенных молекул. Этот эффект имеет значение только для крупных молекул с низкими коэффициентами диффузии. Для макромолекул же, способных связываться с матриксом, скорость их накопления в структуре ткани возрастает в несколько раз. Таким образом, ускорение транспорта в ткани гораздо более существенно для связывающихся с каркасом молекул, чем для не связывающегося вещества.

Модель может быть использована для расчета интенсивности транспорта белковых факторов регенерации внутри гелевых материалов, используемых в качестве покрытий костных имплантатов, при подборе их состава и характеристик и проектировании динамической нагрузки для достижения максимальной скорости приживания.

Литература

1. *P.J. Prendergast, H.W.J. Huiskes, K. Søballe*, Biophysical stimuli on cells during tissue differentiation at implant interfaces// *J. Biomech.*, **30**, 1997, pp. 539-548