

Конвективный нанофлюидный механизм водного обмена и оксигенации тканей головного мозга

РНПЦ неврологии и нейрохирургии, Минск,
Республика Беларусь

Водный обмен головного мозга с его подвижной внесосудистой водной средой играет важную роль в реализации нейрональной активности. Интерстициальная жидкость, представляющая внешнюю среду клеток головного мозга, обеспечивает межклеточную коммуникацию (транспорт сигнальных молекул, нейротрансмиттеров, цитокинов), массоперенос субстратов, газов, фармакологических соединений, вывод конечных продуктов метаболизма, перенос тепла.

Интерстициальное пространство головного мозга по своим характеристическим размерам попадает в классический нанофлюидный диапазон, где движение воды подчиняется закономерностям нанофлюидики, а не диффузии. Здесь реализуются эффекты пристеночного скольжения жидкости и многократно возрастает скорость потока. В нанофлюидном домене наноканал AQP4 является ключевой молекулой, контролирующей перенос воды через гематоэнцефалический барьер. Все это лежит в основе конвективного нанофлюидного механизма водного обмена головного мозга [1, 2].

С позиций ортодоксального диффузионного механизма оксигенации головного мозга, основанного на концепции Крога, артериолы, как источник кислорода, выпадали из круга рассмотрения уже по теоретическим соображениям. В отличие от капилляров, они были слишком удалены от нейроцитов – основных потребителей кислорода.

Компьютерное моделирование массопереноса кислорода, выполненное в рамках конвективного нанофлюидного механизма с учетом но-

вых экспериментальных данных о топографии распределения кислорода в тканях головного мозга, показывает, что артериолы представляют собой важный источник кислорода. Их участие в оксигенации тканей центральной нервной системы позволяет объяснить, в частности, экспериментальные данные по «аномальному» распределению парциального давления кислорода в тканях головного мозга, увеличение содержания кислорода в оттекающей венозной крови [3, 4].

Конвективный нанофлюидный механизм предоставляет принципиально новые подходы к пониманию процессов газообмена и оксигенации головного мозга.

Литература

1. Titovets E: Novel Computational Model of the Brain Water Metabolism: Introducing an Interdisciplinary Approach. J Comp Biol Sys 2018, 2(1):1-11.
2. Titovets E: Mass-Transfer Events in the Nanofluidic Domain of the Brain Interstitial Space: Paradigm Shift. JGCB, 2019, 2(1):112-114.
3. Titovets E: Computer Modeling of Convective Mass Transfer of Glucose, Oxygen and Carbon Dioxide in the Neurovascular Unit J Comp Biol Sys, 2019, 4(1):1-8.
4. Titovets E: Computer Simulations of Brain Oxygenation at the Microvascular Level Validating a New Role of the Arterioles. JCSB, 2020, 5(1):1-8.