

УДК 669.713

## МОДЕЛИРОВАНИЕ МАССОПЕРЕНОСА КИСЛОРОДА ЭРИТРОЦИТАМИ С ПОВЫШЕННЫМ ОБЪЕМОМ

П.И. Дорофеев, Д.А. Николаев

Научный руководитель – д.м.н., профессор А.А. Ненашев  
Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики

Была построена математическая модель движения эритроцита объемом  $V_E$  через капилляр, диаметр которого ( $D_{Kmin}$ ) будет минимально возможным для прохождения по нему эритроцита данного объема без деструкции, при допущении, что площадь поверхности эритроцита ( $S_E$ ) в процессе изменения его объема остается неизменной. В результате такой деформации в капилляре круглого сечения эритроцит будет приобретать идеальную форму цилиндра с полу-сферами на концах (рис. 1).

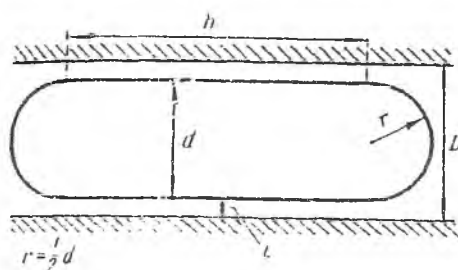


Рис. 1. Деформация эритроцита с объемом  $V_E$  в капилляре диаметром  $D_{Kmin}$  (пояснения в тексте)

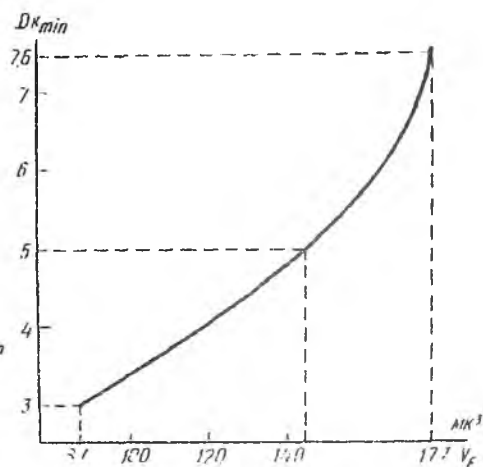


Рис. 2. График зависимости минимального диаметра капилляра, необходимого для прохождения эритроцита объемом  $V_E$  без деструкции при движении с отрицательным зазором

Площадь поверхности эритроцита будет равна:  $S_E = \pi d \cdot (d + h)$ , где  $d$  – диаметр эритроцита в капилляре,  $h$  – длина цилиндрического сегмента.

$$V_E = \pi d^2 \cdot \left( \frac{d}{6} + \frac{h}{4} \right).$$

Исключая  $h$  и учитывая, что  $d = D_{Kmin} - 2L$ , где  $L$  – толщина пристеночного слоя плазмы при движении эритроцита по капилляру с отрицательным зазором, получаем:  $V_E = (D_{Kmin} - 2L) \frac{3S_E - \pi \cdot (D_{Kmin} - 2L)^2}{12}$ . Пользуясь формулами Кардано, находим, что, чем более сферичен эритроцит, тем большего диаметра капилляр необходим ему для прохождения без нарушения целостности мембраны.

Таким образом, базируясь на литературных данных и данных математического моделирования, можно сделать вывод, что чем старше эритроцит, тем меньше у него способность к связыванию, переносу и отдаче кислорода.