

## СОРБЦИОННАЯ ТЕОРИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЩЕСТВ МЕЖДУ КЛЕТКОЙ И СРЕДОЙ: ХАКСЛИ, БЕРНАР, НАСОНОВ, ТРОШИН, ЛИНГ, ПОЛЛАК

**Матвеев В.В.**

Учреждение Российской академии наук Институт цитологии РАН,  
194064, Россия, Санкт-Петербург, Тихорецкий проспект 4, E-mail:  
[vladimir.matveev@gmail.com](mailto:vladimir.matveev@gmail.com), персональный сайт: <http://vladimirmatveev.ru>

Рассматривается история «протоплазматического» направления в физиологии клетки, конкурирующая до настоящего времени с «мембранной» физиологией. Основоположниками этих двух течений были Томас Хаксли (1825-1895) и Мориц Траубе (1826-1894) соответственно. Открытие Траубе (1864) искусственной, медно-ферроцианидной мембраны, обладавшей, как и живые клетки, свойством полупроницаемости привело к мысли, что внутриклеточная вода ничем не отличается от обычной, а объяснение важнейших физических свойств клетки следует искать в ее плазматической мембране. Триумфом этого направления явилась липидная теория проницаемости Чарльза Овертона (1865-1933), на основе которой сформировалась современная «мембранная» физиология клетки и, в частности, липидная теория анестезии. Однако в настоящее время «липидный» подход представляет лишь исторический интерес, так как признано, что мишенями анестетиков являются белки, а не липиды [1]. Таким образом, следует признать, что в историческом масштабе времени к наилучшему пониманию молекулярных механизмов анестезии привело развитие «протоплазматического» подхода.

В своей публичной лекции в Эдинбурге (8 ноября 1868 года) «О физической основе жизни» Хаксли провозгласил сенсационную для своего времени идею: протоплазма является физической основой жизни, а ее активность определяется молекулярными взаимодействиями в ней, в первую очередь «протеиноидных» компонентов [2]. Этим заявлением Хаксли очертил новый подход к решению проблем клеточной физиологии: их решение следует искать в свойствах протоплазмы, а не в свойствах отдельно взятых клеточных структур, например, мембраны. При таком понимании природы клетки со временем возник вопрос о физическом состоянии внутриклеточной воды. Общим для всех клеток механизмом реагирования на внешнее воздействия Хаксли считал обратимую коагуляцию протоплазмы, обусловленную коагуляцией ее белков. «Протоплазматическую» идею Хаксли подхватил выдающийся французский физиолог Клод Бернар (1813-1878), видевший в коагуляции протоплазмы механизм клеточного наркоза [1].

Взгляды Хаксли и Бернара были подхвачены в России Д. Н. Насоновым (1895-1957), сформулировавшим денатурационную (белковую) теорию возбуждения, повреждения и наркоза клетки, которая вышла далеко за пределы проблем одной только анестезии [3]. Широта такого подхода неизбежно привела и к проблеме механизмов распределения веществ между клеткой и средой, ставшей делом жизни ученика Насонова – А. С. Трошина (1912-1985). Многолетние исследования равновесного распределения веществ между клетками/клеточными моделями и средой были обобщены им в двух монографиях [4, 5]. На основе полученных данных Трошин сформулировал сорбционную теорию проницаемости, которая сводится к двум ключевым положениям: 1) накопление веществ в клетке происходит благодаря их адсорбции на клеточных структурах; 2) внутриклеточная вода отличается по свойствам от воды среды, уступая последней по растворяющей способности. Однако теория Трошина оказалась статичной и не смогла объяснить ни природу внутриклеточной воды, ни механизма динамических изменений, происходящих в клетке при возбуждении.

Гильбертом Лингом [6] была создана современная сорбционная теория клеточной проницаемости, ряд положений которой получил блестящее экспериментальное подтверждение в работах Джеральда Поллака и сотрудников [7]. Линг и Поллак являются в настоящее время наиболее яркими представителями «протоплазматического» течения в физиологии клетки. Благодаря их работам проблема состояния воды в клетке и ее физиологическое значение получили новое звучание.

# THE SORPTION THEORY OF SOLUTE DISTRIBUTION BETWEEN CELL AND MEDIUM: HUXLEY, BERNARD, NASONOV, TROSHIN, LING, POLLACK

**V.V. Matveev**

Institute of Cytology, Russian Academy of Sciences, E-mail: [vladimir.matveev@gmail.com](mailto:vladimir.matveev@gmail.com)

## **Литература**

1. Perouansky M. The quest for a unified model of anesthetic action: a century in Claude Bernard's shadow. *Anesthesiology*, 2012, 117(3): 465-474.
2. Huxley T.H. On the Physical Basis of Life. *The Fortnightly Review*, 1869, N.S., 5: 129-145.
3. Насонов Д.Н., Александров В.Я. // Реакция живого вещества на внешние воздействия. Москва-Ленинград, Изд-во АН СССР, 1940.
4. Трошин А.С. // Проблема клеточной проницаемости. Москва-Ленинград, Изд-во АН СССР, 1956. 474 с.
5. Troshin A.S. *Problems of Cell Permeability*. London, Pergamon Press, 1966. 549 p.
6. Линг Г. // Физическая теория живой клетки. Незамеченная революция. Санкт-Петербург, Изд-во «Наука» РАН, 2008. 375 с.
7. Pollack G.H. *The Fourth Phase of Water: Beyond Solid, Liquid, and Vapor*. Seattle, Ebner and Sons Publishers, 2013. 350 p.