生体膜の物質透過に関する基礎的研究—V.

レシチン膜の水浸透について

白鳥 昌・水野 治夫

(1967 年 9 月 26 日受理)

Fundamental Studies on the Transport of Substances
Across Biological Membranes—V.

Transport of Water Across Lecithin-Membrane

Masa SHIRATORI and Haruo MIZUNO*

Previously^{1,2)}, the authors studied on the transport of water through cephalin-membrane, and presumed that the membrane had characteristic of negatively charged membrane from the presence of an anomalous osmosis in electrolyte solution which occurred across the membrane from the side of water to the side of electrolyte solution. In the present paper, the transport of water through lecithin-membrane at different concentrations of salts and acids was examined. The results were as follows:

In the salt solutions, it was shown that the transport was similar to that of cephalin-membrane¹⁾, but positive osmosis was relatively lower than that of cephalin-membrane (Fig. 1, 3).

In the acidic solution, e. g. hydrochloric acid, sulfuric acid and L-glutamic acid, the transport decreased with increasing concentration of the solution, and their curves showed neither maximum nor minimum point in the region from $M/1024$ to $M/2$. The transport was of positive osmosis in a low concentration region, and was of negative osmosis in a high concentration region (Fig. 2).

In the solution of acetic acid or glycine, the transport did not vary for all concentration in this experiment (Fig. 2).

It is possible to conclude that the lecithin-membrane has a property of negatively charged membrane in the neutral solution, but has that of a positively charged membrane in the acidic solution.

生体膜を構成している化学的成分は大部分が蛋白質と脂質であるとされていて、その中でも磷脂質は磷酸エステル¹⁾の形として存在し膜の物質透過に基本的な役割を果していると考えられている。著者らは、さきに^{1,2)} ケファリン (cephalin) 吸着膜の水浸透について報告したが、レシチン (lecithin) 膜の水浸透性を知るためにケファリン膜で行なつた実験と同様の実験を行ない結果を得たので報告する。

実験方法

試料 膜作成に用いたレシチンは市販の egg-lecithin で PANGBORN 法³⁾ によつて再精製した。試薬は前報¹⁾ の実験に用いたものと同じであつた。

装置 前報¹⁾ に示した装置を用いた。

膜の作成 ケファリン膜作成の場合と同様の手段で millipore filter にレシチンを吸着させて作つた。

浸透の測定法 前報¹⁾ の方法にしたがつた。

* 東京水産大学 (Tokyo Univ. Fish. Konan 4, Minato-ku, Tokyo, Japan)

結 果

塩化物の水溶液を用いてレシチン膜の浸透性を測定した結果を Fig. 1 に、酸溶液で測定した結果を Fig. 2 に、多価の陰イオンをもつアルカリ塩、硫酸マグネシウムおよび蔗糖溶液での結果を Fig. 3 に示す。縦軸は水上昇の高さ、横軸は内液の濃度を表わす。なお両性電解質であるグリシン、グルタミン酸の pH はそれぞれ 5.9~6.3, 3.3~4.2 でありグルタミン酸ナトリウムのそれは 6.3~7.1 であった。

Fig. 1. Transport of liquid from the side of water to the side of salt solution through lecithin-membrane.

Fig. 2. Transport of liquid from the side of water to the side of acid solution through lecithin-membrane.

考 察

Fig. 1 の結果をみると、陰イオンが同じであつても対イオンである陽イオンの荷電数の多い塩である塩化カルシウム、塩化マグネシウム溶液は、陽イオンの荷電数の少ない塩である塩化カリウム、塩化ナトリウム溶液に比べて浸透が少ない。このことは前報¹⁾のケファリン膜が示した結果と同様であるが、浸透量はレシチン膜ではケファリン膜より少ない。陽イオンが膜の浸透性におよぼす強さは、正の浸透では濃度の薄い範囲 ($M/64$ 以下) で $\text{Na}^+ > \text{K}^+$ 、濃度の濃い範囲では $\text{K}^+ > \text{Na}^+$ であり、負の浸透では Ca^{++} と Mg^{++} はほとんど同じである。また Fig. 3 のアルカリ金属塩溶液の浸透をみると陰イオンの荷電数の多い

Fig. 3. Transport of liquid from the side of water to the side of salt solution through lecithin-membrane.

イオンをもつ塩溶液は正の浸透量が多くなっている。しかし浸透量はケファリン膜の場合と比べて、Fig. 1 の塩類と同様少い。

Fig. 1, 2, 3, に示されている塩または酸の浸透挙動は、非電解質である蔗糖溶液が示すそれとは異なり極大あるいは極小をもついわゆる異常浸透⁴⁾であり、荷電膜に特有にみられる現象である。このことから、本実験に用いたレシチン膜はイオン選択透過性をもつ膜と考えられる。Fig. 1, 3 の結果は前報¹⁾のケファリン膜での結果と類似しているのでレシチン膜は中性の塩類溶液中では陰性膜の挙動を示すものと思われる。しかし、ケファリン膜と比べて浸透量が少ないので膜のイオン選択透過性はケファリン膜より弱いと考えられる。

酸性溶液の浸透挙動は、ケファリン膜とは異なり、ケファリン膜では、塩酸、硫酸は正の極大をもつ浸透を示したが、レシチン膜では極大も極小もたない浸透を示し、酢酸もケファリン膜では濃度の増加にしたがつて増加する浸透を示すがレシチン膜では変化のない浸透を示している。さらにグリシン溶液 (pH 5.9~6.3) についてみれば、ケファリン膜での正の浸透が、レシチン膜では負の浸透となつている。またグルタミン酸の浸透はケファリン膜と同じ傾向であるが曲線の勾配がケファリン膜の場合より急となり負の浸透も現われている。

レシチンは磷酸基、およびトリメチルアンモニウム基を有し⁵⁾、水溶液中ではそれぞれの基が解離して Zwitter ion として存在し、pH が 3.5~10⁶⁾ の広い範囲で正味の荷電は零とされている。実験に用いられた溶液は酸を除いてはレシチンが中性で存在すると思われる pH 範囲であるにもかかわらず水の浸透は異常性を示している。この理由については検討中であるが、親水性基である磷酸基の透過物質に対する作用がトリメチルアンモニウム基のそれよりも大きいためか、あるいは、膜がもっている固定荷電に対するイオンの吸着、または交換などによるものではないかと推定している。また酸性溶液ではレシチン分子中の磷酸基の解離が抑えられトリメチルアンモニウム基の正荷電の作用のため陽性膜的になるものと考えられる。

要 約

レシチン膜の水浸透性を種々の電解質溶液を用い、毛管圧力法よつて調べた。

中性塩溶液におけるレシチン膜の水浸透はケファリン膜のそれと同じで膜は陰性膜的挙動を示し、酸性溶液ではケファリン膜と異なり陽性膜的挙動を示した。

文 献

- 1) 白鳥 昌・水野治夫・武上正典: 本誌, **32**, 950~955 (1966).
- 2) 白鳥 昌・水野治夫: 本誌, **33**, 555~559 (1967).
- 3) M. C. PANGBORN: *J. Biol. Chem.*, **188**, 471~474 (1951).
- 4) E. GRIM and K. SOLLNER: *J. Gen. Physiol.*, **40**, 887~899 (1957).
- 5) L. L. M. VANDEENEN: in "Progress in the Chemistry of Fats and Other Lipids" (R. T. HOLMAN, ed.), Vol. VIII, Part I, 18 pp., Pergamon Press, New York (1965).
- 6) A. D. BAGHAM: in "Advances in Lipid Research", (R. PAOLETTI and D. KRITCHEVSKY, ed.), Vol. I, 84~88, Academic Press, New York (1963).