SURE 静岡大学学術リポジトリ
Shizuoka University REpository

Direct Estimation of Osmotic Pressure-Induced Membrane Tension and Enhanced Water Permeability

メタデータ	言語: en 出版者: Shizuoka University 公開日: 2017-06-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: Sayed, Ul Alam Shibly メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00024340

（課程博士・様式９）　　審　査　要　旨

専攻　バイオサイエンス　学籍番号　55344018　学生氏名　Sayèd Ul Alam Shibly

論文題目　Direct Estimation of Osmotic Pressure-Induced Membrane Tension and Enhanced Water Permeability（浸透圧が誘起する膜の張力と水の膜透過係数の増加の直接的な評価）

本論文は、浸透圧が脂質膜の張力や水透過性などの物性に与える効果の定量的な評価を目的として、脂質膜の巨大リポソーム (GUV) の浸透圧下での物性の変化や張力存在下での水透過の測定・解析より、浸透圧が誘起する脂質膜の張力の定量的な評価に成功し、また水の膜透過係数に対する膜の張力の効果を明らかにしたものである。

第１章では、脂質膜に対する浸透圧の効果や外力が誘起する膜の張力の効果の過去の研究が記載され、それに基づいた本論文の研究目的が述べられている。第２章では、ジオレオイルホスファチジルコリン (DOPC) 膜の GUV を低張の水溶液に移動したときに GUV 膜に誘起する張力の測定や膜中のポア形成の特性の研究成果が記載されている。まず、外力による一定張力が誘起する GUV の破裂の速度定数 k_p に対する浸透圧の効果を調べている。山崎研究室で最近開発されたマイクロピペットを用いた方法を用いて、種々の浸透圧下での k_p の張力依存性を求めた。浸透圧により k_p が増加することを明らかにし、浸透圧がない場合の k_p との比較から、浸透圧が誘起する膜の張力を実験的に求めた。これは、浸透圧が誘起する膜の張力の初めての直接的な評価である。また浸透圧が誘起する膜の張力の理論を構築し、膜の張力の実験値がほぼ理論値にあうことを見出した。次に、浸透圧が誘起する GUV の体積変化を高精度で実験的に求め、その解析から間接的に膜の張力を評価した。さらに、浸透圧による GUV 膜のポア形成の速度の浸透圧依存性を求め、外力が誘起する張力による GUV の破裂のそれと一致することを示した。また、小さな浸透圧による GUV 膜のポア形成は、GUV の直径が増大して一定になった後に確率的に起こることを見出し、それが一定張力によるポア形成の特性と一致することを見出した。これらの実験結果に基づいて、浸透圧による膜中のポア形成を理論的に説明することに成功している。第３章では、GUV の浸透圧応答で重要な水の膜透過性に対する張力の効果に関する研究成果が記載されている。水の膜透過係数の測定は、マイクロピペットで種々の一定張力をかけた GUV を低張な水溶液に移動したときに生じる GUV の体積変化の解析により行なわれた。水の膜透過係数は一定張力の増加につれて大きく増大した。また、この実験に用いられた張力では水溶性の蛍光プローブ AF647 の漏れは観測されず、膜中のポア形成が起こらなかったことを示した。これらの実験結果を説明できる水の膜透過性理論を提案している。水は張力なしの脂質膜を透過できるが、膜構造の熱ゆらぎにより膜中に生じるプリポアを介しても水が膜を透過できる。膜の張力が大きくなるとプリポア形成の速度やその半径が増大するので、上記の実験結果を良く説明することができる。第４章では以上の結果の総括的な議論がなされている。

以上にように、本論文の内容は独創性に富み、浸透圧による膜の張力や水の膜透過係数の張力依存性に関する有用な知見を与えるだけでなく、今後の更なる展開が大いに期待できる研究成果を多く含んでいる。従って、本論文は博士（理学）の学位を授与するに値するものと認められる。