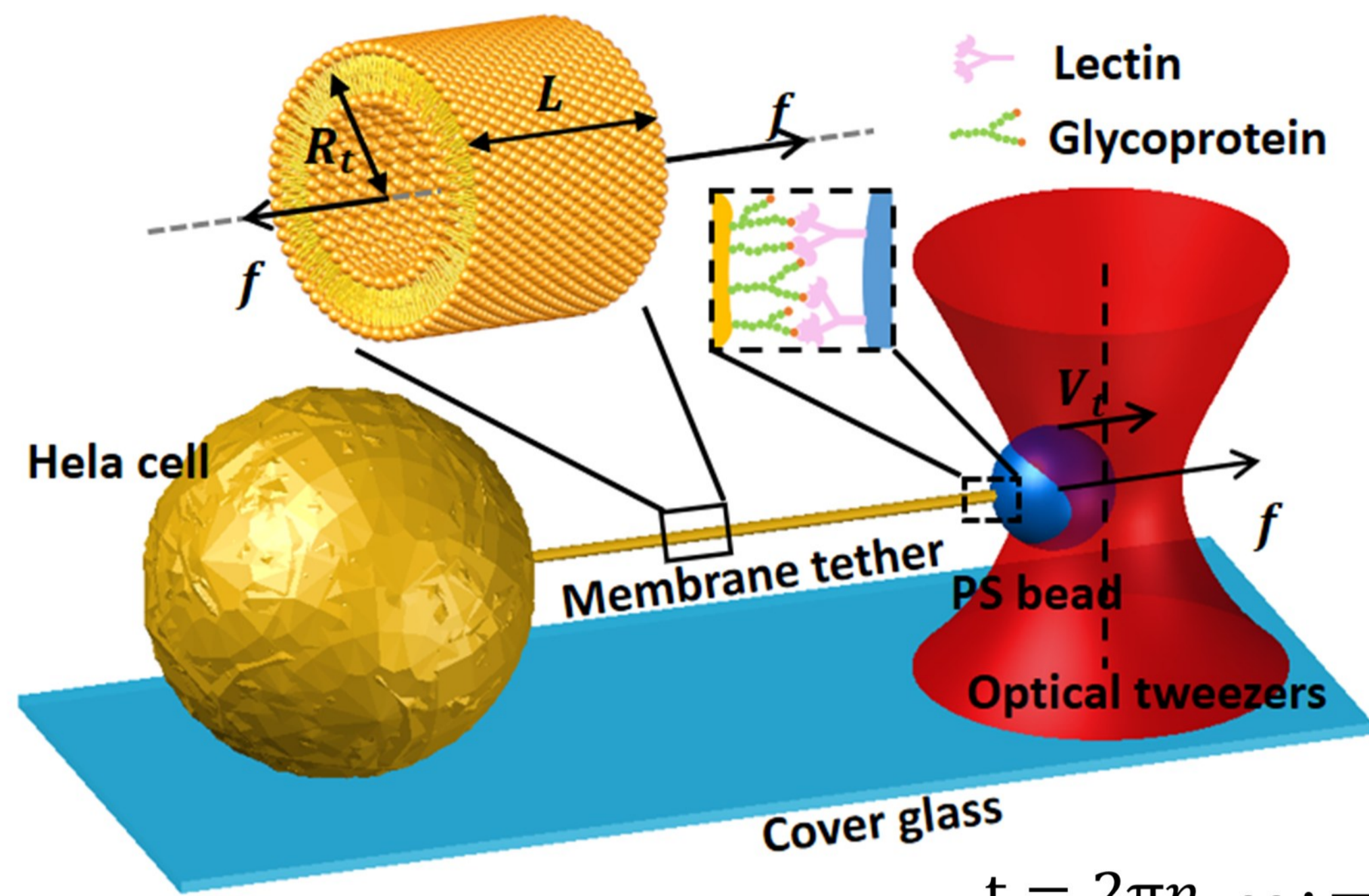
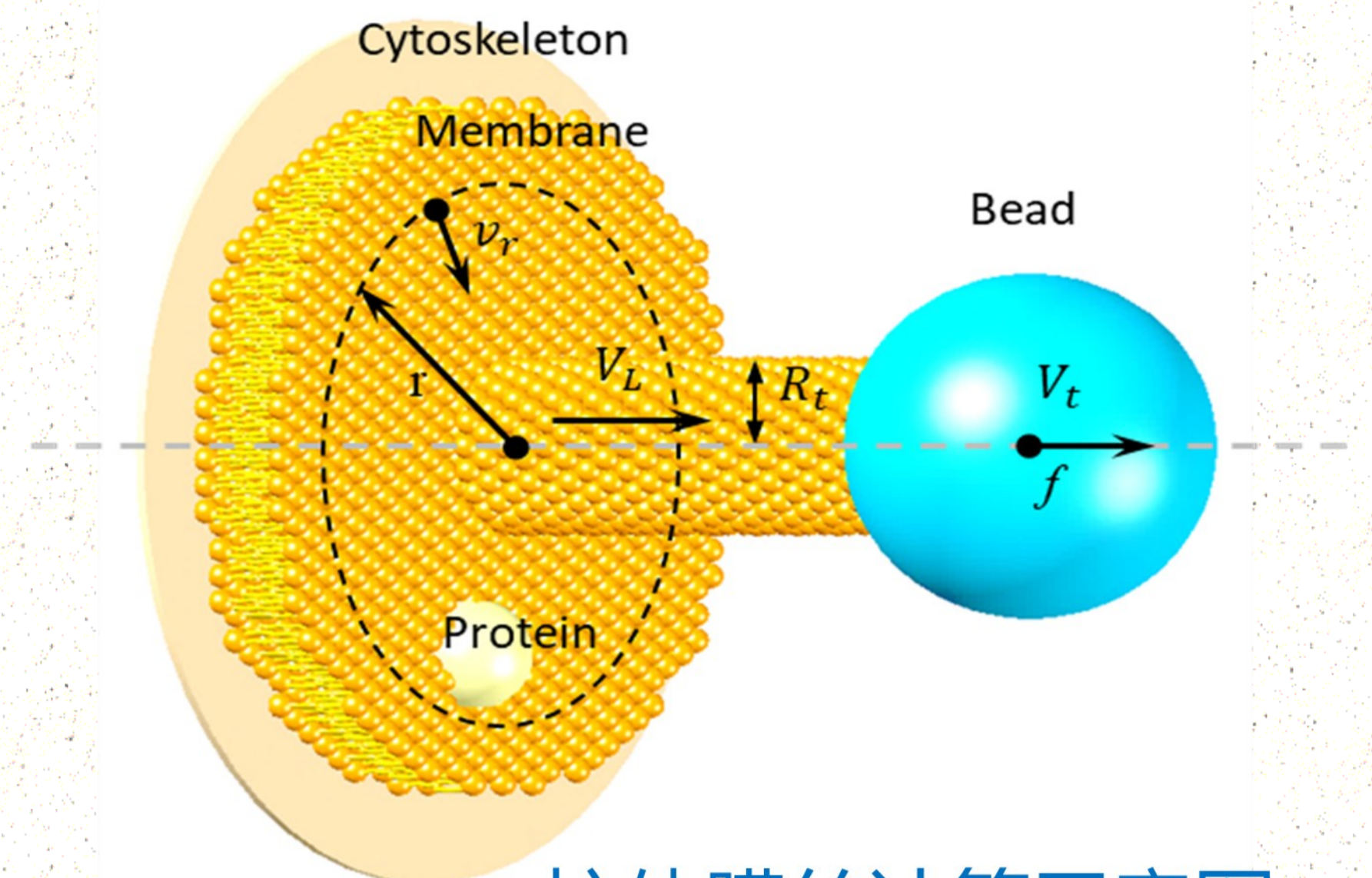


# 光镊拉伸细胞膜丝研究膜的动力学行为



利用光镊操控Lectin修饰的小球与细胞接触使之黏连，然后再离开。从细胞膜上拉出直径约为200nm的膜丝。当拉伸停止以后光镊测得的张力随时间逐渐下降。这一动态过程体现了细胞膜的流动性以及膜蛋白和骨架的物理性质。

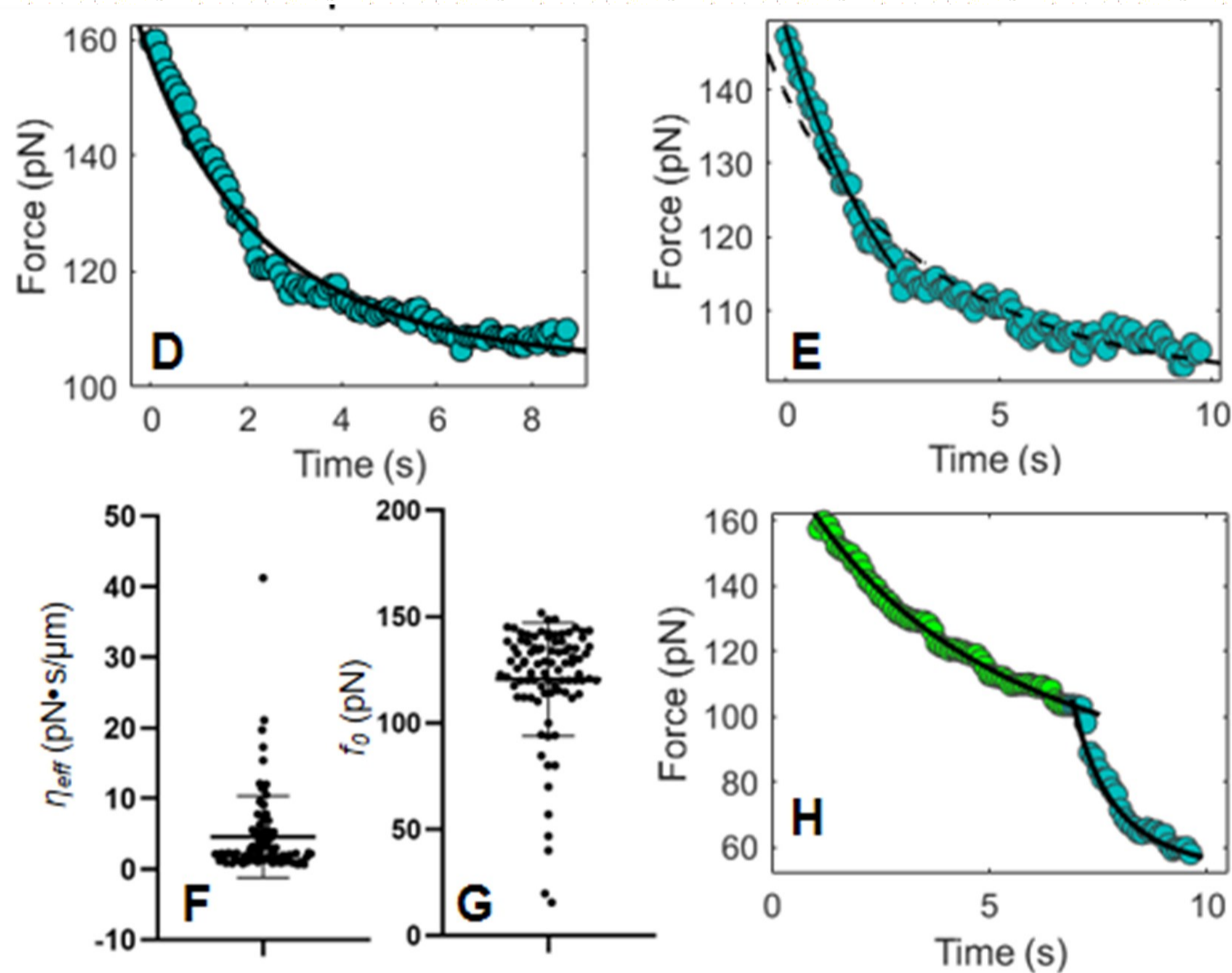
$$t = 2\pi\eta_{eff} \cdot \frac{1}{k_{TW}} \cdot \ln\left(\frac{f_s - f_0}{f - f_0}\right) + 2\pi\eta_{eff} \cdot \frac{L}{f_0} \cdot \ln\left(\frac{f \cdot (f_s - f_0)}{f_s \cdot (f - f_0)}\right)$$



拉伸膜丝计算示意图

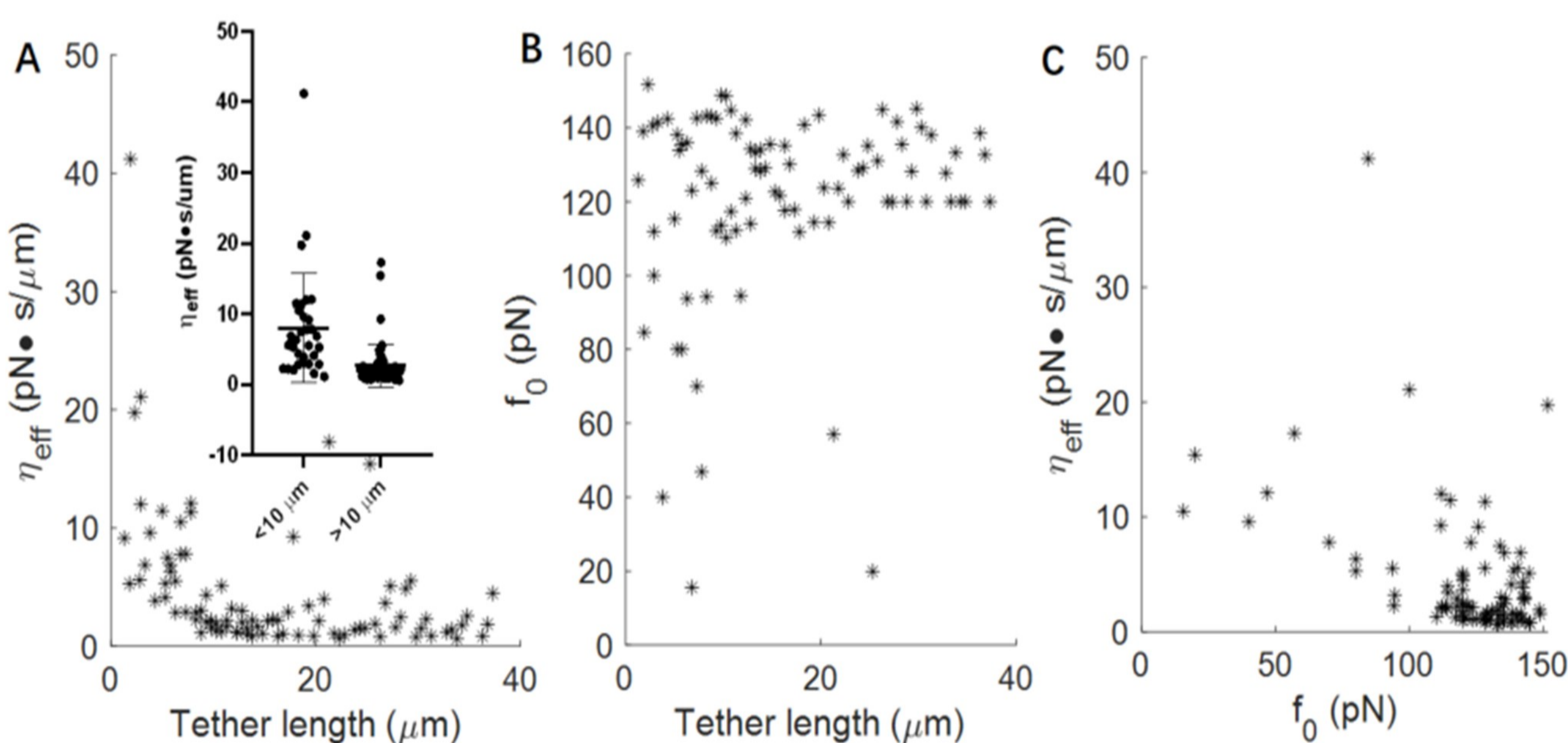
物理建模，求解膜丝张力随时间的变化关系，然后对实验曲线进行拟合，得到细胞膜磷脂流动时的等效粘滞系数等关键信息。

## Hela细胞膜的力学响应



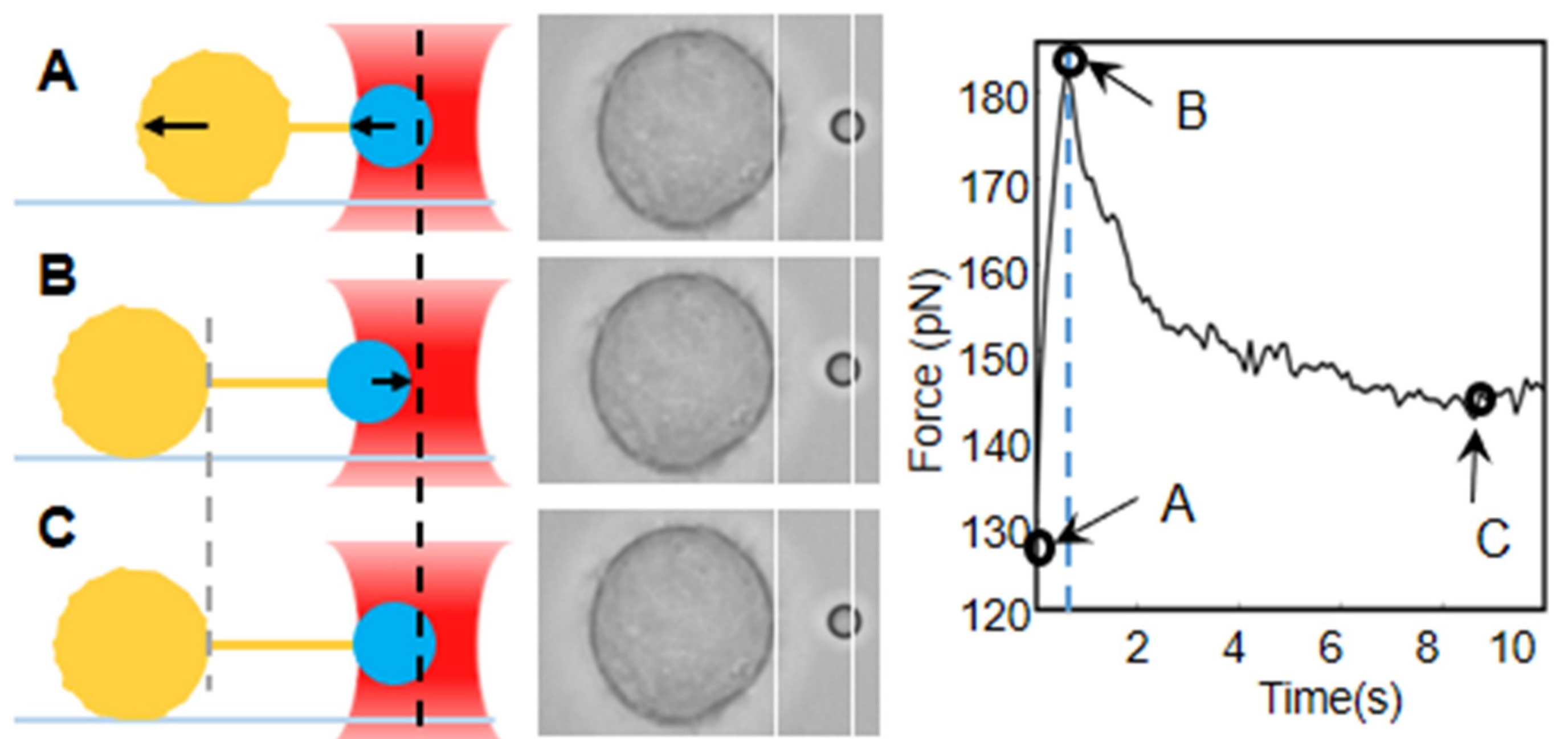
D和E为Heia细胞松弛曲线拟合F和G为等效粘滞系数；H为静态力的分布。

$\eta_{eff}$ (pN·s/μm)		$f_s$ (pN)		$f_0$ (pN)	
Mean	Standard deviation	Mean	Standard deviation	Mean	Standard deviation
4.56	5.80	153.98	12.55	120.68	26.56



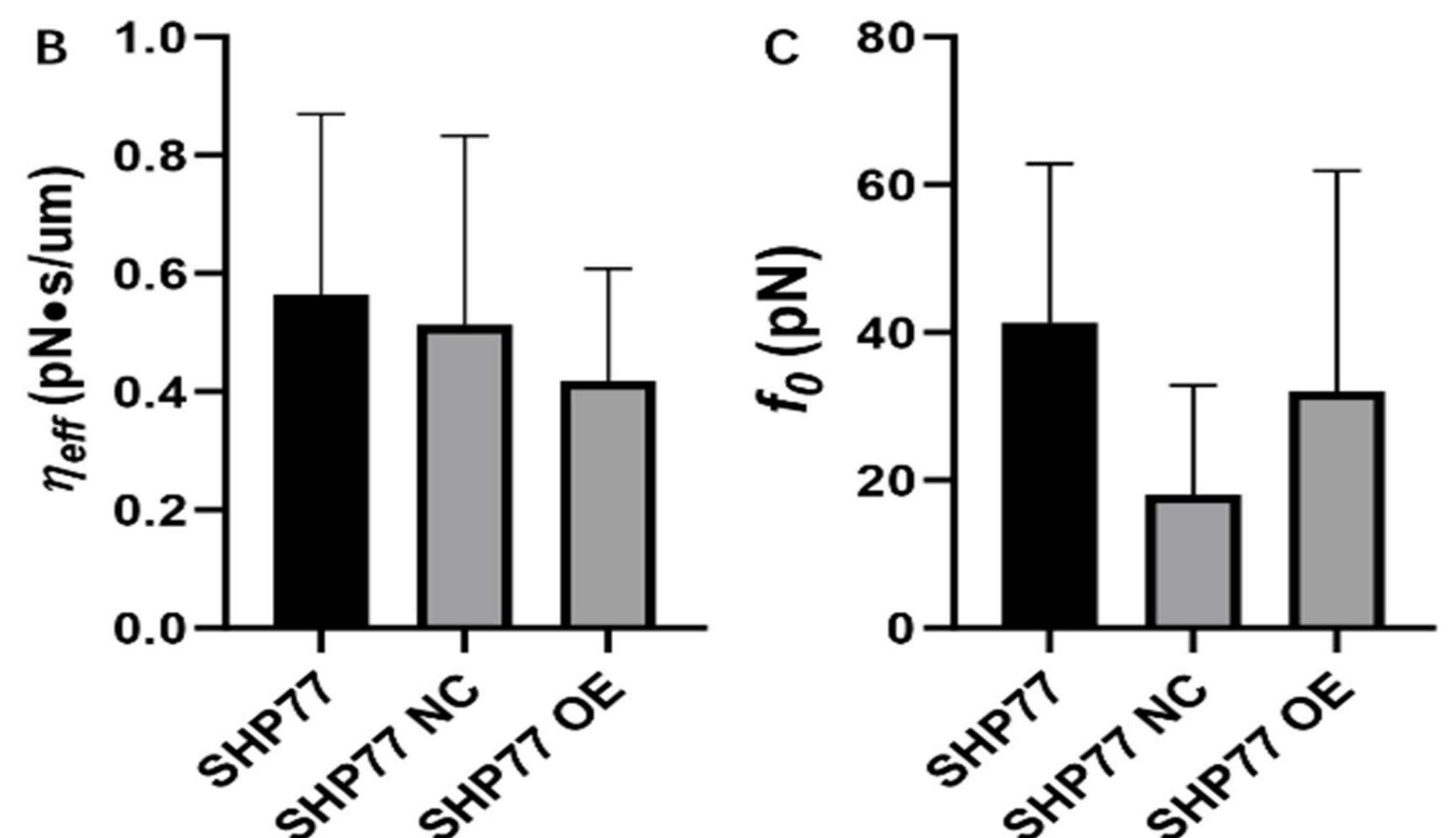
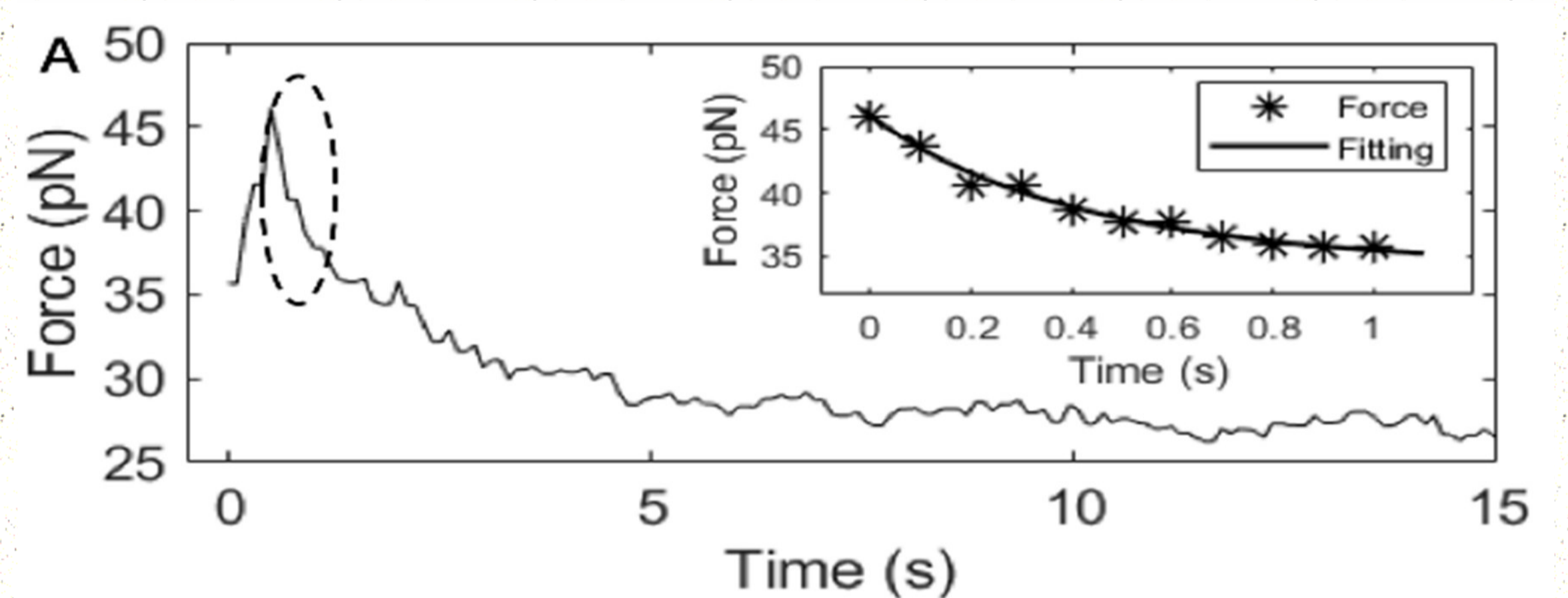
A为Hela细胞等效粘滞系数与膜丝长度的相关性分布；B为静态张力与膜丝拉伸长度的统计分布；C为粘滞系数与静态张力的统计分布。

Measurement of dynamic membrane mechanosensation using optical tweezers, J Mol Cell Biol. 2021 Mar 29



光镊牵拉细胞膜丝的过程

## 小细胞肺癌细胞 (SHP77) 的力学响应



结果显示，小分子RNA表达量增强的细胞 (SHP77-OE) 使得细胞膜的流动性也增强了，表明RNA增加癌细胞的侵袭的机制与细胞膜的流动性相关。

Optical tweezers study of membrane fluidity in small cell lung cancer cells, Optics Express, Vol. 29, No. 8, 12 April 2021, 11976