

细胞力学实验技术的进展及发展趋势

霍波¹

(1. 中国科学院力学研究所, 北京市北四环西路15号, 北京, 100190)

摘要: 人体时时处于运动和变化中, 作为人体中最关键的组成部分, 细胞会受到多种形式的、动态的力学刺激的作用, 因而阐明细胞对力学刺激的响应机制对于研究人的生命活动的本质具有重要意义。目前细胞力学这一领域仍处于积累基础数据的阶段, 其中一个关键即是发展适用于细胞这种活的、非均质的、具有多尺度结构的研究对象的力学实验技术。

人体中细胞所受的力学刺激包括来自细胞周围流体的剪切力和法向压力、来自细胞周围基质的拉伸和压缩力、以及来自地球的重力。为模拟生理状态下细胞所处的力学环境, 人们已经发展了多种细胞力学实验技术。例如, 通常使用流动腔来模拟流体剪切力, 近年来还发展了侧视流动腔技术以从侧向观察流体作用下细胞的生物学响应。原子力探针技术可用来研究细胞受到压力情况下的响应, 此外微管技术也可实现对单细胞的压力刺激。人们还将细胞培养于柔性膜上来模拟基底的拉伸力, 近来很多人应用嵌有荧光颗粒的基底膜技术来研究细胞的主动收缩力。光镊技术可对细胞施加体积力刺激, 从而可模拟重力的效应, 另外人们通常使用旋转反应器等装置来实现在地面上模拟空间中的微重力环境。

由当前细胞力学实验技术的发展趋势可以看出, 先进的荧光技术将会更多地用于细胞水平的力学测试, 例如荧光共振能量转移技术、荧光淬灭再恢复技术、量子点技术等。与荧光技术紧密结合的目的之一是提供具有更高时间、空间分辨率的实验工具, 另一目的是可实现在体力学环境下细胞生物学响应的实时观察。细胞力学实验技术的另一发展趋势是力学刺激的作用对象由细胞群, 逐渐演变为单个细胞、细胞的局部位置、甚至亚细胞器, 从而可以更精确地测试细胞这种非均质、多尺度结构的材料的力学-生物学耦合关系。

关键词: 细胞; 力学; 实验技术