

细胞生物力学空间实验装置的研制

孙树津 高宇欣 李振涵 霍波 章燕 陈娟 龙勉

(中国科学院力学研究所国家微重力实验室 北京 100190)

摘要 本研究基于空间实验资源限制条件下,为满足空间细胞模式化生长以及细胞聚集和粘附实验的需求,发展了新型的空间细胞生物力学实验装置。微重力细胞生物学实验一直面临如何将浮力对流消失引起的细胞培养传质条件改变的影响与细胞对重力的直接感应有效区分开来的问题。在这种情况下,控制和量化实验条件参数对于不同重力条件下的实验结果对比将是至关重要的。本研究基于表面微模式化及微流道技术研制了新型空间细胞培养器,通过对实验流道内流场及物质运输的相关力学分析,计算了细胞代谢对氧、葡萄糖等营养物质的消耗速率,优化了液体供应模式和流体剪切条件,使各实验流道均具备量化的流体动力学参数。此外,为培养器设计了配套的在线观测系统、液体配送系统以及温控和pH值监控系统,用于实现记录细胞形态图像、细胞聚集和粘附的动力学过程,以及培养液和细胞固定液的定时定量输送等功能,并满足控制实验条件的需求。

实验装置拟进行的实验内容分别为:(1)微重力细胞模式化生长实验,用于研究单细胞对重力变化的响应;(2)微重力细胞聚集实验,用于研究微重力条件下细胞间聚集的动力学变化过程;(3)微重力细胞粘附实验,用于研究微重力条件下细胞间粘附的动力学变化过程。其中实验(1)为全程持续实验,实验(2)、(3)为定时间断性实验。实验过程均依赖实验控制系统自动进行。全套实验装置具有体积小,结构坚固,功耗低的特点,适合于空间实验的需求,并可同时用于地基对照实验,可望成为探索微重力条件下细胞生长、增殖、分化、凋亡以及细胞间聚集、粘附等生物学行为基本规律的有力工具。

关键词 微重力; 细胞; 培养器