

# 三维旋转生物反应器中培养基的流场 及其培养细胞/微载体的运动轨迹分析

赵峰 陶祖莱

中国科学院力学所国家微重力实验室 北京 100080

三维旋转生物反应器 (rotating bioreactor) 在无外部机械搅动的情况下, 通过培养液的旋转流动可以使反应器中的细胞聚合体处于悬浮状态, 这种培养环境有利于移植细胞在支架材料上的均匀分布以及营养物质的更替, 同时其对细胞产生的破坏性应力可以降低到很低的水平。相对于动、静态组织培养系统, 旋转细胞培养系统的最大优点是能提供一个适于细胞聚集、三维生长和细胞分化的较低的应力环境, 这使得其与细胞或组织的行为与在体情况更为相近。它不仅用于空间微重力条件下的细胞和组织培养研究, 而且用于地面的模拟微重力环境下的细胞和组织培养研究, 在组织工程研究领域具有广阔的应用前景。

中科院力学所国家微重力实验室在广泛吸取国外旋转生物反应器的研制经验上, 研制出双轴旋转式 3 维旋转生物反应器, 其核心的细胞/组织培养室为同心双圆筒, 它既可以由与旋转主轴一体的内圆筒绕水平轴作快速旋转, 同时可实现外圆筒以与内圆筒不同的角速度绕水平轴异步旋转 (也可以同步旋转或不旋转) 等, 具有 3 维旋转能力以模拟多种微重力环境。内外圆筒的旋转将带动填充在其间的培养液流动, 并使培养液提供给其中的微载体适当的流场作用, 主要是所需的低剪切的应力环境以促进细胞的聚集、生长、增殖、分化等。

本文从数值模拟和理论分析的角度对三维生物反应器的细胞/组织培养室中的培养基在同速转动、差速转动等条件下的流场及其剪切应力进行分析研究, 并研究了培养在其中的细胞聚合体/微载体的沉降运动, 分析表明三维旋转生物反应器能为细胞/组织的三维培养提供一个很好的低剪应力的一个悬浮培养环境, 这些研究将为进一步的细胞/组织培养实验及其机械设计等提供必要的理论基础。