

我们考虑到形象和方便起见,提出以血栓湿干重和长度作为检测指标。我们的实验表明,在一定流速范围内,流速对形成血栓和长度重量影响不大。我们认为其原因是存在血栓形成的极限时间,在此时间以前,血液的有形成分都聚集到血栓中去了。我们的实验还发现,利用血栓形成后剩余的血液再在 Chandler 圆环转动是不能形成血栓的。

速度更低一些、更高一些对血栓形成的影响如何呢?我样知道,如果血流速度为 0,血液要凝因在圆内。我们和文献在相同几何条件下将转速减到 4 转/分,开始时,血液仍在圆环中转动,有的实验仍能形成血栓,但血栓长度增加许多;有的实验到后来血栓跟着圆环转动,血液凝固在圆环内了。在一般文献中认为凝块就是血栓,因为凝块通常情况下是不可逆的,起的堵塞作用是和有结构血栓一样的,所以从低速时形成血栓这个意义上讲,血液凝块就是血栓也是可以理解的了。有意思的是,我们将转速增加到 60 转/分,血液在 Chandler 圆环内就不形成血栓。

这说明血流速度较低时,更容易形成血栓。这在临床上常见下肢静脉血栓和闭塞性静脉炎就是如此;而血流速度较高时,不容易形成血栓,通常在大动脉中血流速度较大,所以不容易形成血栓。

在通常血液流动速度时,如果血液处于血栓形成的激发状态,血栓就可以形成。为了各单位间的可比性,在同一几何尺寸下,采用统一的 Chandler 圆环转速来形成人工血栓为好。(国家自然科学基金资助项目 199772061)

红细胞膜结构的改变对红细胞脆性的影响

孙大公 李玉梅 喀蔚波 文宗曜

(北京医科大学物理教研室 北京 100083)

红细胞脆性的增加会导致细胞的溶血,使红细胞寿命缩短。有研究指出随着红细胞的老化,其膜结构发生变化,导致红细胞脆性增加,使之易溶血。Kuypers 等用不饱和卵磷脂置换正常人红细胞中的卵磷脂,但不改变其含量,结果发现,随着膜中卵磷脂不饱和度的增加,红细胞稳定性下降,渗透脆性增加。而红细胞结构的改变对可以认为是导致红细胞脆性(机械定性)变化的分子基础。本文通过不同浓度胰蛋白酶、戊二醛对红细胞的处理,造成红细胞膜蛋白结构的改变,用新型激光衍射法测量了这些样品的弹性模量 E 及变形指数;用不同渗透压的缓冲液及施加剪切力,造成细胞不同程度溶血,测量红细胞的渗透脆性和机械脆性。发现不同浓度胰蛋白酶处理的红细胞由于膜的损伤使红细胞的变形指数下降,弹性模量 E 增大,渗透脆性和机械脆性增加。用戊二醛处理的红细胞的变形指数下降,弹性模量 E 增大,但红细胞的渗透脆性和机械脆性下降,机械稳定性提高。

双向流动片层透析式空间细胞培养及其地基模拟装置

王战会 胡江 应佩青 陶祖莱

(中科院力学所 北京 100080)

在微重力环境下的细胞培养方法不同于传统的地面上的细胞培养技术。它必须解决以下问题:(1)微重力环境下,重力对流趋于消失。单靠扩散难以维持细胞正常生长所必须的化学微环境的稳态。故必须从传统的静态培养发展为动态(流动式)培养;(2)培养液流动引起的应力必然会影响细胞的结构和功能;(3)微重力环境下不允许气/液自由界面存在,故气体交换和供应和传统培养方法截然不同。为了适应微重力下细胞培养的要求,我们设计了双向流动片层透析式空间细胞培养装置。

双向流动片层透析式空间细胞培养装置由片层膜培养室、微型输液泵、气液交换器等几部分组成封闭体系。培养液在培养室上、下膜的外表面连续双向流动以实现培养室内培养液与室外新鲜培养液之间的营养物质交换。培养室的表面积/体积比达到 $10\text{cm}^2/\text{ml}$,因此具有较大的交换面积。培养室的结构设计新颖,多个培养室可以方便地叠加起来进行细胞培养,能够较大提高培养体积/装置质量比。实验中选用的培养膜的孔径为 $0.45\ \mu\text{M}$,营养成分和代谢废物可透过微孔自由扩散,但培养的细胞不能透过。这种膜的优点是强度高,蛋白质吸附量少,并且价格便宜。环路中的输液泵可以实现培养液的流动和流量控制。通过气液交换气为培养室提供氧气,整个系统实现无气泡运行,从而避免了直接通气给细胞带来的损伤。该

装置的地基模拟设备是在培养室上加装了马达,驱动培养室 360° 旋转,通过将微重力矢量自由化达到微重力效应。在控制转速的条件下,可使一定大小的颗粒(包括细胞、微载体等)以悬浮状态存在。

利用该装置已做了多次细胞培养实验。先后培养过 Hela 细胞、人胃癌细胞(BGC823)、人肝癌细胞(SMMC7721)和小鼠成骨肉瘤细胞(ROS)。细胞培养一般持续 1~2 周,在培养过程中,装置的运作正常,营养成分和氧气供应充分,细胞都生长良好。由于该装置整合了高密度悬浮培养、低剪应力、高传质效率和无气液界面的优点,除用于空间实验外,还是一种非常具有发展潜力的地基细胞和组织三维培养装置。

新型激光衍射法的直接证明

文宗曜 姚伟娟

(北京医科大学血液流变学研究中心 北京 100083)

1991 年文宗曜、陶祖莱等提出了新型激光衍射法,该法使用低粘的 PBS 作为悬浮介质,将由传统激光衍射法得到的变形指数分解为表征红细胞沿 $C=0$ 轨道取向并产生等容小变形的取向指数 $(DI)_o$ 和小变形指数 $(DI)_d$,来研究红细胞的微观流变特性。文宗曜、严宗毅等又进一步提出了利用小变形指数来计算红细胞膜剪切弹性模量的公式。

本文通过流室法中射相记录测得的流场中实际测得红细胞的变形与取向、并经微机软件的处理,将所得的结果,与新型激光衍射法作比较,取得了相当一致的结果,首次用实验直接证明了新型激光衍射法的正确性。实验结果表明,新型激光衍射法测得的小变形指数 $(DI)_d$ 和取向指数 $(DI)_o$ 与流室法直接测得的结果之间呈现很好的线性关系 ($R^2=0.9896$)。流室法和激光衍射法测得的小变形。将两种小变形指数的 Spearman 相关系数为 1,说明虽然二者测量小变形的的方法不同,但都可以较准确地反映出红细胞的等容变形。将两种小变形指数分别代入文宗曜、严宗毅等提出的公式,计算出红细胞膜剪切弹性模量 E ,两组数据较为接近,但流室法求得的 E 离散程度较高,这是由于在测量红细胞的变形时容易受到图象清晰程度的影响而造成误差。如果能将流室与激光衍射仪相结合,发挥各自的长处,可以进行许多有意义的工作。

交变应力对植物细胞膜结构和功能作用的研究

席葆树 蔡国友 沈子威*

(清华大学工程力学系生物力学研究室 *清华大学生物科学与技术系 北京 100084)

交变应力在一定条件下能够促进某些植物的生长和发育,使得植株生长茂盛,根系发达。本研究采用圆二色光谱(CD)、傅立叶红外光谱(FT-IR)、差式扫描量热仪(DSC)等生物物理技术研究了交变应力对植物细胞膜结构和功能的影响,进而揭示交变应力对植株生长影响的机理。

CD 和 FT-IR 研究表明:植物细胞膜蛋白结构变化与交变应力的频率和强度密切相关。一定强度下,细胞膜蛋白二级结构的变化随声波频率的降低而增强,表现为 α -螺旋的增加和 β -转角的减少,其振动模式和波数也发生明显的变化。对一定频率的声波(400Hz),在一定强度范围内随强度的增加二级结构的变化增强。但强度过高,二级结构的变化有回落的趋势。强度过高(>110dB)的应力刺激对于细胞来说已不是一种常规意义的信号刺激,而是一种机械性的损伤。

DSC 的研究结果表明:一定频率和强度范围内的应力作用能使烟草细胞的相变点明显降低(比对照组低近 5°C),反映了应力刺激后烟草细胞膜流动性的增强。但过高的频率(>8000Hz)和强度(>110dB)引起相变点升高,烟草细胞的死亡率较高。

植物细胞膜主要由磷脂双层、镶嵌蛋白及支撑于膜内侧的膜骨架蛋白组成。膜蛋白(骨架蛋白、受体、酶、抗原等)的二级结构中的 α -螺旋伸入到膜脂双层中,其螺旋外侧的疏水基团与脂双层疏水区的烃链形成疏水键,二级结构中的 β -折叠和 β -转角多铺于膜表面与磷脂形成疏水和静电作用。膜脂分子及蛋白分子的相互作用及分子结构的变化影响和调节着整体膜的流动性。细胞膜蛋白中 α -螺旋的增加和 β -转角的减少、振动模式和波数的变化和膜相变点的降低反映了膜脂和膜蛋白分子相互作用的增强、膜流动性的增加和细胞生理活动的旺盛。交变应力作用引起细胞膜流动性的增强及相应结构与功能的变化是其促进植物生长的原因之一。