

红细胞压积对人全血粘弹性的影响*

陈槐卿 钟贵辉 李良 薛振南

(华西医科大学 生物医学工程研究室, 成都)

在低剪切率作用下, 血液具有粘弹性。血液的粘弹性可用复数来表示, 复粘度 $\eta^* = \eta' - i\eta''$, 粘性分量 η' 和弹性分量 η'' 相位差 90° 。Thurston^[1] 用振荡流毛细管粘度计测定 η' 和 η'' , 但该仪器有明显缺点。Low Shear-30 流变性测定仪可避免这些缺点, 本文采用该仪器研究红细胞压积 (HCT) 对正常人血粘、弹性分量和高、中、低剪切率下全血表观粘度的影响, 目的是建立他们之间的定量关系。

10 袋新鲜人血取自中心血站, 血液是从健康献血员的肘前静脉抽取, 用枸橼酸钠粉剂抗凝。经离心后使血浆和血细胞分开, 随后分别取不同体积的血浆和血细胞, 配成 HCT 不同的血标本 100 个, 每个标本含血 2ml, 在 37°C 水浴中保温 30 分钟后注入流变仪的 Couette 小室中 (37°C)。血液表观粘度分别在 0.512, 5.96 和 51.2 秒^{-1} 时测定。血液粘弹性用正弦振荡剪切流, 频率为 0.0758 Hz, 最大剪切率为 3.11 秒^{-1} 时进行测定。根据应力-应变椭圆曲线计算出粘性分量 η' 和弹性分量 η'' 。

结果表明随着 HCT 增加, 三种剪切率下的表观粘度均呈指数曲线样增高, 以低剪切率下曲线上升得更陡直。回归经验方程如下:

$\eta_{0.512} = 2.5747 e^{0.0552\text{HCT}} \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 。HCT 为百分数

$$\eta_{5.96} = 1.3955 e^{0.0488\text{HCT}} \text{ mPa} \cdot \text{s}$$

$$\eta_{51.2} = 1.3188 e^{0.0366\text{HCT}} \text{ mPa} \cdot \text{s}$$

以低、高剪切率下表观粘度之比值作为红细胞聚集指数 $A.I.$, 随 HCT 增高, $A.I.$ 呈指数曲

线样增高。可表达为: $A.I. = 1.9035 e^{0.0192\text{HCT}}$

随着 HCT 增高, 粘性分量 η' 和弹性分量 η'' 亦呈指数曲线样增高, 回归经验方程为:

$$\eta' = 1.2924 e^{0.0518 \text{HCT}} \text{ mPa} \cdot \text{s}$$

$$\eta'' = 0.0846 e^{0.0665 \text{HCT}} \text{ mPa} \cdot \text{s}$$

η' 与血液流动过程中能量消耗有关, η'' 与血液内部经构的能量转化有关。 η'' 是血液中红细胞聚集和红细胞膜刚性的敏感指标^[2]。 η'' 增大表示血液中红细胞叠连及其网络明显增加, 或者表示红细胞膜刚性明显下降。正常人红细胞膜的刚性无明显改变, 则 η'' 增大说明血标本中叠连及网络增多, 随着 HCT 增高, 单位体积内红细胞数量增多, 红细胞聚集的机会增多, 叠连数增多, η'' 值呈指数样增高。同时当 HCT 增大时, 且剪切率相当低时, 由于部分叠连存在, 这种血液流动时消耗的能量增多, η' 值也呈指数样增高。

本文结果与 Thurston^[3] 的结果的十分相近。

在一定条件下, η'' 和 $A.I.$ 都可作为反映红细胞聚集的客观指标, 以前者为更佳。

参 考 文 献

- [1] Thurston GB.: *Biorheology*, **12**(6), 1205, 1972.
- [2] Anadere, I. et al.: *Biorheology*, **16**(2), 171, 1979.
- [3] Thurston GB.: *Biorheology*, **15**(2), 239, 1978.

[本文于 1987 年 4 月 6 日收到]

* 国家自然科学基金资助的课题