

## 参 考 文 献

- [1] Bürki, K., et al.: *Current Topics in Pathology*, **60**, p. 33—61, 1975.  
[2] Oldnam, R. K. et al.: *Natl. Cancer Inst. Monogr.*, **37**, p. 49—58, 1973.  
[3] Kern, D. H., et al.: *Cell Immunol.*, **24**, p. 58—68, 1976.

- [4] Ting, C. C.: *Cancer Res.*, **36**, p. 3695—3701, 1976.  
[5] Prusoff, W. H.: *Biochem. Biophys. Acta*, **32**, p. 295—296, 1959.  
[6] Hughes, W. L., et al.: *Fed. Proc.*, **23**, p. 640—648, 1964.  
[7] Bui, N. M., et al.: *Intl. J. Applied Radiation and Isotopes*, **16**, p. 337—339, 1965.

[本文于1977年10月19日收到]

# 血 液 粘 度 的 影 响 因 素

## ——血浆和血清粘度与有关生物大分子含量间关系的探讨\*

施 永 德

肖 保 国

(上海第一医学院生物物理教研组)(上海第一医学院华山医院)

已发现人类很多疾病与血液粘度的变化有关<sup>[1]</sup>,而血浆和血清粘度是影响全血粘度的重要因素之一,血浆及血清粘度又受其生物大分子含量变化的影响。本文探讨人血浆和血清粘度与纤维蛋白原、 $\beta$  胆蛋白、胆固醇、甘油三酯、球蛋白、清蛋白等生物物质含量之间的关系。

## 方 法

### 1. 人血浆和血清比粘度

用玻璃毛细管粘度计测定<sup>[2]</sup>。

### 2. 生物大分子定量

(1) 纤维蛋白原、 $\beta$  脂蛋白、胆固醇、甘油三酯 按已报道方法进行测定<sup>[2,3]</sup>。

(2) 血清蛋白电泳 用新华1号滤纸,巴比妥缓冲液(pH 8.6,  $\mu = 0.075$ ),电泳后用溴酚蓝染色,0.02N NaOH 洗脱比色;

(3) Ig G 和 Ig A 用琼脂平板单向扩散法进行。

## 结 果

### 1. 纤维蛋白原和血浆比粘度的关系

图1是不同个体纤维蛋白原及血浆比粘度的统计学分析结果,可见其血浆比粘度随纤维

蛋白原而增加,相关系数  $r = 0.65 (P < 0.01)$ , 直线斜率  $b = 0.0013$  [单位为(毫克%)<sup>-1</sup>,下同]。

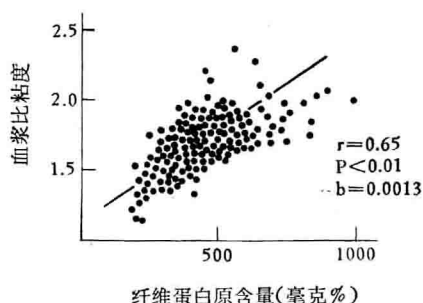


图1 血浆比粘度与血浆中纤维蛋白原含量的关系

### 2. IgA 和 IgG 与血清比粘度的关系

按 IgA 和 IgG 不同水平的个体分为六组,结果如表1和图2。可见血清比粘度随 IgA 和 IgG 的含量而增加。

### 3. 血清蛋白成分与血清粘度的关系

表2是健康人及高球蛋白血症患者电泳分析及血清粘度的测定结果,可见后者血清中白蛋白成份相对下降,球蛋白  $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\beta$  和  $\gamma$  诸成份增大,个别患者还出现M带,血清比粘度比前

\* 本工作受到本院中山医院内科实验室、华山医院化验室、免疫室、神经病学研究室大力支持,深表感谢。

表 1 IgA 和 IgG 与血清比粘度的关系

分 组 方 法		例 数	测 定 平 均 值 (毫克%)			平均血清 比粘度
IgA 范 围	IgA 范 围		Ig A	Ig G	IgA+IgG	
280—500	1000—1800	18	430	1470	1900	1.63
> 750	1800—2000	7	1025	1915	2940	1.79
500—600	>2000	41	570	2750	3320	1.80
> 600	>2500	52	710	2790	3500	1.86
> 900	>1800	18	1110	2570	3680	1.955
> 750	>2500	17	1160	2970	4130	2.07

表 2 血清蛋白电泳与血清比粘度的关系

组 别	例 数	蛋 白 电 泳 分 析						血清比粘度
		A	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\beta$	M	$\gamma$	
健 康 人	7	61.2	5.2	6.1	10.2	0	17.3	1.585
高球蛋白血症患者	10	39.2	5.8	6.9	10.4	6.8*	36.8	2.240

\* 仅 1 例出现 M 带

者明显增加。说明球蛋白要比白蛋白增加粘度的能力强一些。

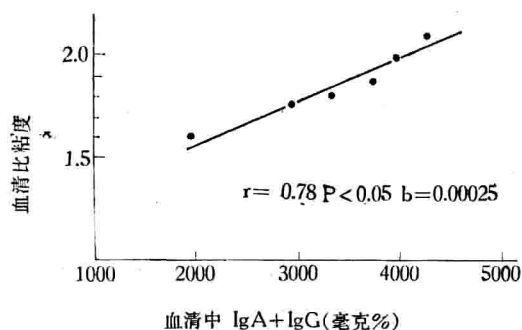


图 2 血清中 IgA 与 IgG 的合加浓度与血清比粘度的关系

以人血清白蛋白制成一系列浓度的溶液，测定其浓度与粘度的关系（图 3），其直线斜率比 IgG 和 IgA 的斜率小，也说明白蛋白产生粘度的能力要比球蛋白弱一些。

#### 4. $\beta$ 脂蛋白、胆固醇、甘油三酯与血清比粘度的关系

统计结果如图 4(1)、(2)、(3)。图中可见血清比粘度分别与  $\beta$  脂蛋白、胆固醇和甘油三酯成正比例增加。

#### 5. 斜率的比较

图 1—4 各直线斜率  $b$  值的大小，代表了各种成份含量(毫克%)产生血浆和血清粘度能力的大小，其值汇总于表 3。

表 3 六个直线斜率的比较

生物大分子	斜率(毫克%) <sup>-1</sup>	各斜率与白蛋白相比的倍数	由高到低顺序
纤维蛋白原	0.0013	139	2
IgA 和 IgG	0.00025	2.7	5
$\beta$ 脂蛋白	0.000282	3.2	4
胆固醇	0.0026	278	1
甘油三酯	0.001174	121	3
白蛋白	0.0000925	1	6

#### 6. 血浆比粘度对全血比粘度的影响

图 5 示血球压积(H)分别为 50、47、40%

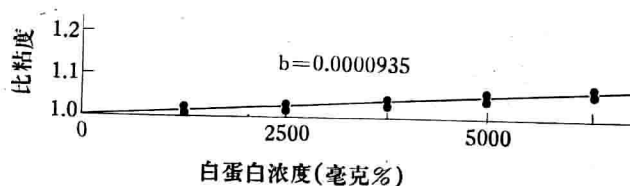


图 3 不同浓度白蛋白溶液的比粘度

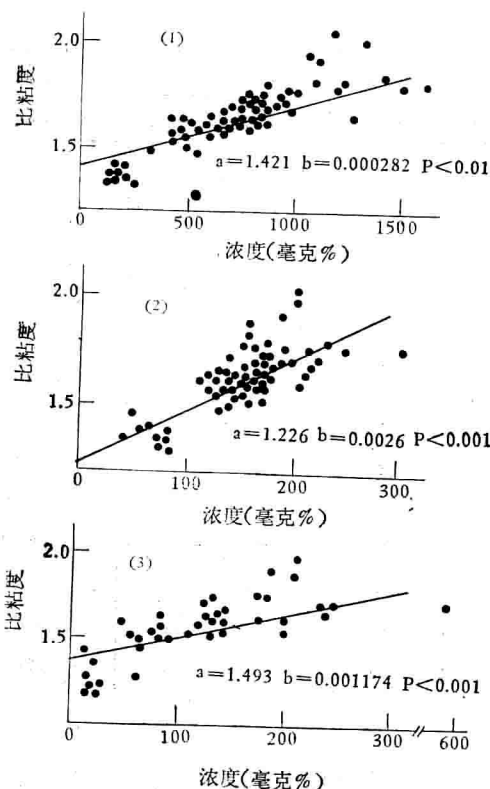


图 4

的各个体的血浆比粘度和全血比粘度的关系，可以看出全血比粘度随血浆比粘度而增加，其相关系数  $\gamma = 0.35-0.90 (P < 0.01 \text{ 或 } 0.05)$ 。

## 讨 论

血浆和血清粘度是一个宏观的物理量，本文试从生物大分子水平上阐明这一宏观物理量变化的原因。我们初步观察到血浆或血清粘度随纤维蛋白原、IgA 和 IgG、血清中各种蛋白成份 (A、 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  等)，血脂 ( $\beta$  脂蛋白、胆

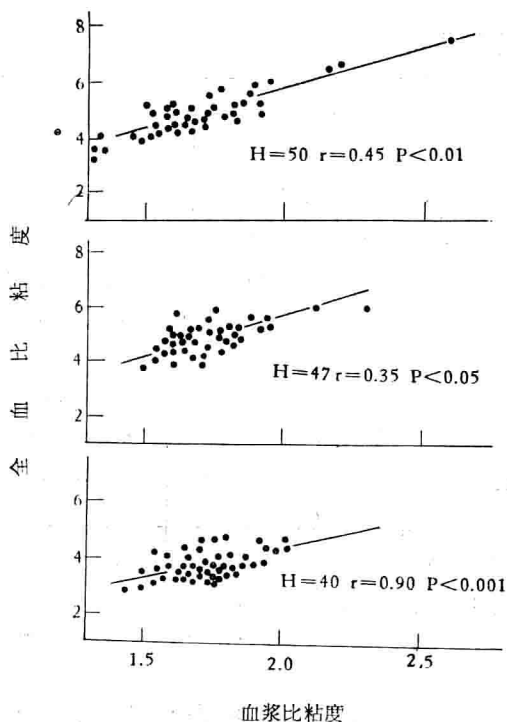


图 5

固醇、甘油三酯等)的增加而增加。但也可看出这种依赖关系是不同的，白蛋白对粘度的依赖关系较少，而白蛋白以外的这些成份产生粘度的能力较大。尚可推测人类中若纤维蛋白原、 $\beta$  脂蛋白、胆固醇、甘油三酯、球蛋白等组份显著地增加时，则可使血浆或血清粘度相应增加。血浆粘度的增加，也是招致全血比粘度增加的原因之一。这一点通过相同血球压积但血浆粘度不同的个体间可以明显地比较出来。由于血球压积是影响全血粘度最显著的因素，因此不

## 科技消息

### 池塘歌声——蛙大脑中声检测器

2600 只蛙和蟾蜍每只都发出它特有的求偶声，在这样的夜乐声中，雌蛙只选择其中的一只雄蛙。科学家在探索大脑识别求偶声的区域，现在找到了这样一个中枢。

牛蛙的内耳有二种结构是对不同声音频率范围敏感的。只有求偶声能同时刺激这两种结构。有人用一个能模拟天然蛙叫的声音合成器，一级一级地探测大

脑，在麻醉动物脑内发现有四级声音讯息处理，但没有找到求偶声处理中心。在记录了有知觉牛蛙丘脑内的电活动中，发现对求偶声高低频同时有反应的区域，这第五级反应是第一次发现。科学家认为求偶声检测器是由一群细胞组成，这样就保证了某个脑细胞死亡不致于消失功能。

(摘自 Sci. News, Nov. 19, 1977.)

同血球压积而又不同血浆粘度的个体间,不能比较出全血粘度随血浆粘度增加的这一规律性。临床上粘血症的表现形式之一为血浆粘度增加导致全血粘度增加,本文资料为这种类型的粘血症找到了某些物质基础。

本文还进而观察和比较了血浆和血清粘度与各种生物大分子的定量关系。经统计学处理表明,粘度与生物大分子含量成正相关( $P < 0.001-0.05$ )的直线关系。这些直线的斜率分别代表了各种生物大分子成份在相同毫克%浓度下产生比粘度的能力的大小,按其由大至小的顺序为:胆固醇 $\rightarrow$ 纤维蛋白原 $\rightarrow$ 甘油三酯 $\rightarrow\beta$ 脂蛋白 $\rightarrow$ IgG和IgA $\rightarrow$ 白蛋白。从这一顺序可以推测产生粘度能力大小与有关生物大分子的构型、大小、亲水性还是疏水性等性质有关。如纤维蛋白原分子呈纤维状,容易弯曲和引起分子间的相互牵连,故产生粘度能力较大,相当于白蛋白的139倍,列于第二位;而胆固醇和甘油三酯、由于它们是非亲水性物质,在血浆或血清中往往以与其他物质结合的乳糜颗粒(分子量约为 $10^8-10^{100}$ )而存在,故产生粘度能力较大,分别为白蛋白的278和121倍,列于第一位和第三位;另三种生物大分子的分子量的顺序为 $\beta$ 脂蛋白( $2-3 \times 10^6$ ),Ig( $1.5 \times 10^5$ ),白蛋白( $6.9 \times 10^4$ ),其中 $\beta$ 脂蛋白亲水性较差、分子量

比Ig或白蛋白高,故产生粘度能力也较高,即相等于白蛋白的3.2倍。Ig的亲水性较 $\beta$ 脂蛋白好,分子量也较 $\beta$ 脂蛋白小,故产生粘度能力居这三者中的第二名,即白蛋白的2.7倍。白蛋白因分子量最小,亲水性最强,产生粘度能力最弱。由此可推测白蛋白在生理条件下对粘度影响可能较小。直线斜率的大小反映了这些生物大分子产生粘度能力的定量关系,可从某种生物大分子含量变化直接估计出患者血浆粘度的可能变化,这是它的实践意义;在理论上、从分子生物学水平,为解释血浆粘度产生的原因提供了实验根据;同时本资料还提示,把血浆和血清中各种产生粘度的成份,特别是主要成份及它们之间的相互关系搞清楚,就可能建立血浆粘度的经验方程式,这在理论与实践上都有更进一步的意义,值得进一步探讨。

## 参 考 文 献

- [1] 上海第一医学院生物物理教研组等:《医学情况交流》,1977年,第1期,第5页。
- [2] 上海第一医学院华山医院等:《中华医学杂志》1976年,第11期,第689页。
- [3] 上海市心血管病研究所等:《中华医学杂志》1975年,第1期,第52页。

[本文于1977年10月19日收到]