

第IV章 血浆、血清粘度本质及其影响因素

血浆系为牛顿流体

Dintenfass 认为各种实验结果证明血浆系为牛顿流体，其测定最好的方法是应用奥氏或乌氏毛细管粘度计用秒表进行测定。根据作者等报导，与水相比的血浆比粘度，正常人分布为1.45~1.85，男女间几乎没有区别。不同年龄组间尚有区别，新生儿、幼儿较低。随着年龄增大，血浆粘度值增大。某些疾病使病人血浆粘度增加，也有些疾病使血浆粘度下降。血浆黏度很大的程度上与血浆中的蛋白质成分有关，如果血浆中某些成分（如 IgM 特别增加），也可能使血浆的牛顿性变为非牛顿性液体。

血浆粘度是全血粘度的影响因素之一

图 4-1 示血浆粘度对全血比粘度的影响。这是全血对水的比粘度，系用玻璃毛细管粘度计值接用秒表测定的。当血细胞压积恒定时，血浆粘度与全血比粘度又很好的线性关系。血细胞压积愈高，这种影响程度更大，反之也然，这一点可以通过其直线的斜率而看出：随着血细胞压积的增大而增大。

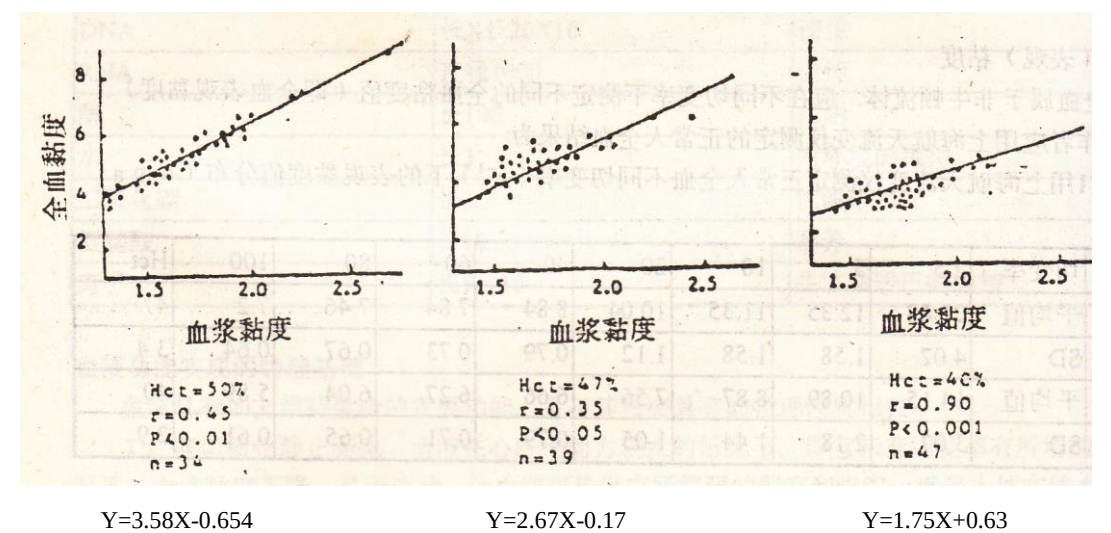


图 4-1 血浆黏度对于全血黏度的影响（Hct 示血球压积，r 示相关系数，n 示例数,公式为回归方程式）

血浆粘度与血浆的组成的关系

血浆黏度的单元回归分析

施永德等报导（1979 年）血浆粘度分别地与血浆中纤维蛋白原、免疫球蛋白、β 脂蛋白、胆固醇、甘油三酯和白蛋白的含量成正比，用单元回归法证明纤维蛋白原、免疫球蛋白、β 脂蛋白、胆固醇、甘油三酯和白蛋白这六个成分是影响血浆粘度的主要因素，并具有线性相关性。图 4-2, -3, 4, -5 和表 4-0 示作者等报道的统计回归结果。

表 4-0 血浆与血清中六种成分（mg/100ml）与血浆(比)、血清（比）黏度的回归结果

序号	回归内容	回归方程(Y=aX+b)	白蛋白 a 为 1
1	血浆比黏度（Y）对纤维蛋白原（X）	$Y = 0.0013X + 1.2$	13.9
2	血浆比黏度（Y）对免疫球蛋白（X）	$Y = 0.00025X + 0.75$	2.67
3	血浆比黏度（Y）β 脂蛋白（X）	$Y = 0.000282X + 1.421$	3.02
4	血浆比黏度（Y）对胆固醇（X）	$Y = 0.0026X + 1.226$	27.8
5	血浆比黏度（Y）对甘油三酯（X）	$Y = 0.001176X + 1.093$	12.6
6	血浆比黏度（Y）对白蛋白（X）	$Y = 0.0000935X + 0.115$	1

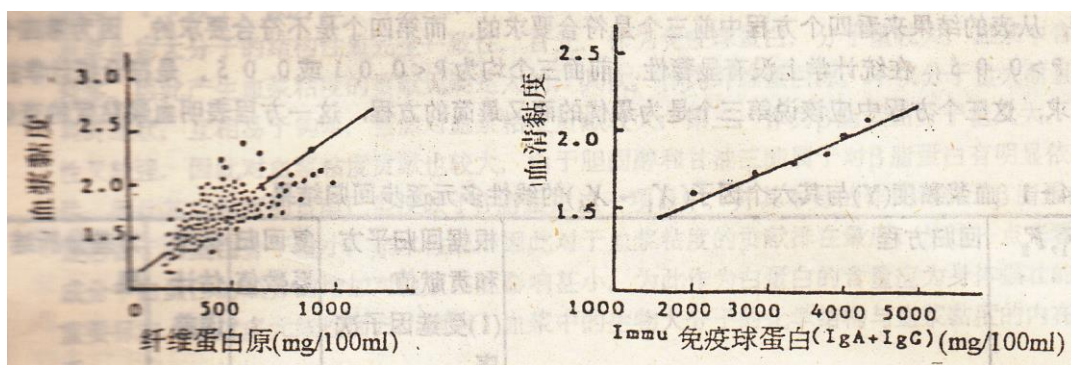


图 4-2 139 例纤维蛋白原对血浆黏度的统计
单元直线回归方程 $Y=0.0013X+1.20$

图 4-3 血清黏度与 IgA 和 IgG 总和的关系
单元直线回归方程 $Y=0.00025X+0.75$



图 4-4 白蛋白的含量对其黏度的影响 (回归斜率=0.0000935)
单元直线回归方程 $Y=0.0000935X+0.115$

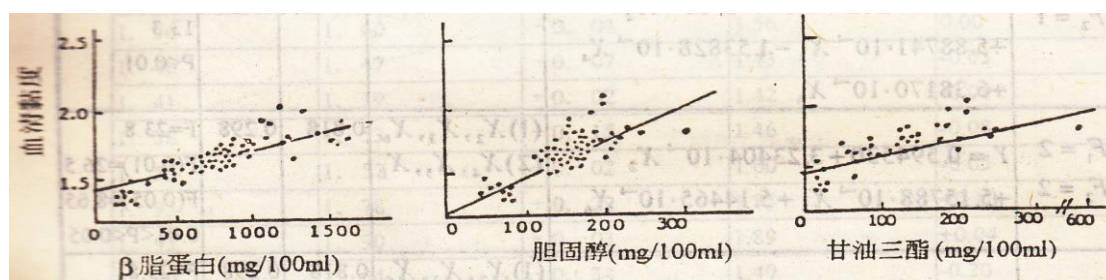


图 4-5 三项血脂-β脂蛋白、胆固醇、甘油三酯对血清黏度的影响

从表 4-0 的单元回归的斜率 a 值可以看出, 白蛋白对于血浆或血清贡献的黏度为最低。其他成分与之相比有成倍大的贡献, 可以具有不同的贡献值。

表4-1 血浆黏度(Y)与其六个因子($X_1 \sim X_6$)的线性多元逐步回归结果

F_1, F_2	回归方程	根据回归平方和贡献值 (1)受选因子次序 (2)受退因子次序	复回归系数值	标准估计误差	方差分析结果
$F_1 = 0$ $F_2 = 0$	$Y = 0.760094 + 1.16179 \cdot 10^{-6} X_1 + 3.34387 \cdot 10^{-4} X_2 + 3.80872 \cdot 10^{-4} X_3 - 1.49896 \cdot 10^{-4} X_4 + 2.39128 \cdot 10^{-4} X_5 + 5.48877 \cdot 10^{-4} X_6$	(1) $X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_1$ (2) $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$	0.830	0.302	$F=12.3$ $F(0.01)=7.23$ $P<0.01$
$F_1 = 1$ $F_2 = 1$	$Y = 0.759212 + 3.34143 \cdot 10^{-4} X_2 + 5.88741 \cdot 10^{-4} X_3 - 1.53828 \cdot 10^{-4} X_4 + 6.38170 \cdot 10^{-4} X_6$	(1) $X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_1$ (2) $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$	0.827	0.295	$F=18.7$ $F(0.01)=13.3$ $P<0.01$
$F_1 = 2$ $F_2 = 2$	$Y = 0.594530 + 3.23404 \cdot 10^{-4} X_2 + 5.15788 \cdot 10^{-4} X_3 + 5.14465 \cdot 10^{-4} X_6$	(1) $X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_1$ (2) $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$	0.818	0.298	$F=23.8$ $F(0.01)=26.5$ $F(0.05)=8.65$ $0.01<P<0.05$
$F_1 = 3$ $F_2 = 3$	$Y = 0.594530 + 3.23404 \cdot 10^{-4} X_2 + 5.15788 \cdot 10^{-4} X_3 + 5.14465 \cdot 10^{-4} X_6$	(1) $X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_1$ (2) $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$	0.818	0.298	$F=23.8$ $F(0.01)=26.5$ $F(0.05)=8.65$ $0.01<P<0.05$
$F_1 = 4$ $F_2 = 4$	$Y = 1.03751 + 3.2997 \cdot 10^{-4} X_2$	(1) X_2 (2) X_3, X_4, X_5, X_6, X_1	0.754	0.319	$F=52.9$ $F(0.05)=251$ $P>0.05$

血浆黏度的多元逐步回归分析

继之，施永德等用多元回归方法阐明血浆粘度与以上诸成分存在着的内在关系。表 4-1 展示了他应用六因子逐步回归法，对 39 位具有不同血浆粘度值，对以上六个血浆内生物大分子含量的计算结果。其结果展示了血浆粘度与血浆内成分的数值关系式。共获得四个回归方程式。当考虑六个因素时，按其重要作用而选取的因子为：免疫球蛋白→纤维蛋白原→ β 脂蛋白→胆固醇→甘油三酯→白蛋白。当先取四个因子时为前面四个；当先取三个因子时，为前面三个，当先取 1 个因子时，是前面 1 个。这四个方程式客观地反映了血浆粘度与血浆成分之间的密切依赖关系。而且可以通过以上的数学关系式，从已知血浆的化学成分，计算出血浆粘度值。从表 4-1 的结果来看四个方程中前三个是符合统计学要求的，而第四个是不太符合统计学的要求(因为第四个的 $P>0.05$ ，在统计学上没有显著性价值)。前面三个均为 $P<0.01$ 或 <0.05 ，是符合统计学要求的，这三个方程中应该说第三个是为最优而又最简的方程，这一方程表明血浆粘度与血浆成分之间的主要关系。血浆粘度主要依赖于免疫球蛋白、纤维蛋

白原和 β 脂蛋白这三个成分的改变。并且通过这一方程可以计算出血浆粘度的值。

表 4-2 血浆黏度由回归方程计算的值与实际实验得到的值之间的比较

实验值	六元回归式计算值	由六元回归式与实际值之差	三元回归式计算的值	由三元回归式与实验值之差
1. 65	1. 59	-0. 04	1.56	-0.01
1. 53	1. 48	+0. 05	1.51	+0.02
1. 48	1. 46	+0. 02	1.51	-0.03
1. 50	1. 48	+0. 02	1.54	-0.04
1. 56	1. 50	+0. 06	1.48	+0.08
1. 56	1. 60	-0. 04	1.56	0.00
1. 40	1. 47	-0. 07、	1.43	-0.03
1. 41	1. 39	+0. 02	1.42	-0.01
1. 38	1. 53	-0. 15	1.46	-0.08
1. 55	1. 57	-0. 02	1.60	-0.05
1. 95	1. 78	+0. 22	1.85	+0.10
1. 93	1. 90	+0. 03	1.89	+0.04
1. 20	1. 54	-0. 34	1.40	-0.20
3. 70	3. 71	-0. 01	3.65	+0.05
2. 08	2. 05	+0. 03	1.85	+0.23
1. 38	1. 47	-0. 09	1.36	+0.02
平均值 1.70 标准差 0.58	平均值 1.72** 标准差 0.56	平均值 0.02* 标准差 0.12	平均值 1.69** 标准差 0.55	平均值 0.006* 标准差 0.09

* χ^2 检查 $P>0.05$ **t 检查 $p>0.05$

从表 4—2 的计算事实证明实际测定值和六因素计算值，以及与三因素计算值这两者之间几乎没有什么区别，并且此两系数数据几乎于实际的测量结果非常一致，误差为 0.02 和 0.06，相当于 1%以下。此外这一方程式表达了血浆黏度和化学成分间的数学关系式，这种关系还与血浆生物大分子的结构性质完全一致性。首先，作为免疫球蛋白，分子量较大，血浆中含量也较多，因此产生血浆粘度的贡献是最大的；其次，作为纤维蛋白原，不仅分子量大而且分子具长纤维状，互相易于钩牵，当然对血浆粘度贡献较大；第三，作为 β 脂蛋白分子量又大，疏水性较强，因此对血浆粘度贡献也较大，由于胆固醇和甘油三酯与 β 脂蛋白有明显依赖性，因此其对粘度的贡献已经反映于 β 脂蛋白这一项目中，并其本身的作用将次于脂蛋白的作用，最后由于白蛋白分子量小，亲水性强，因此对于血浆粘度的贡献排在最后。从这一点来看以上成分中白蛋白的成分的增加对血浆粘度影响甚小。为此作为白蛋白的含量应为身体强壮的一个重要标志。通过多元线回归，阐明了血浆中的生物大分子的化学结构与血浆黏度的内在关系。

血浆黏度的精确测定，Dintenfass 认为只有用玻璃奥氏粘度计或乌氏黏度计，直接用秒表测定才可靠，而且所用血浆的体积不能够太少，否则也是测不准的，根据他的多年经验，他不建议用落球法、回旋黏度计测定，原因是血浆黏度值太低，用这些方法是测不准的。作者曾

经两个黏度计公司，各自提供各自其最优质的回旋粘度计，由上海一所医院派一位有经验的技师操作，同时测定了 384 例血浆标本，将两套数据进行回归，结果展示两者的回归系数几乎为零。这一结果展示这两者之间是毫无相关性。

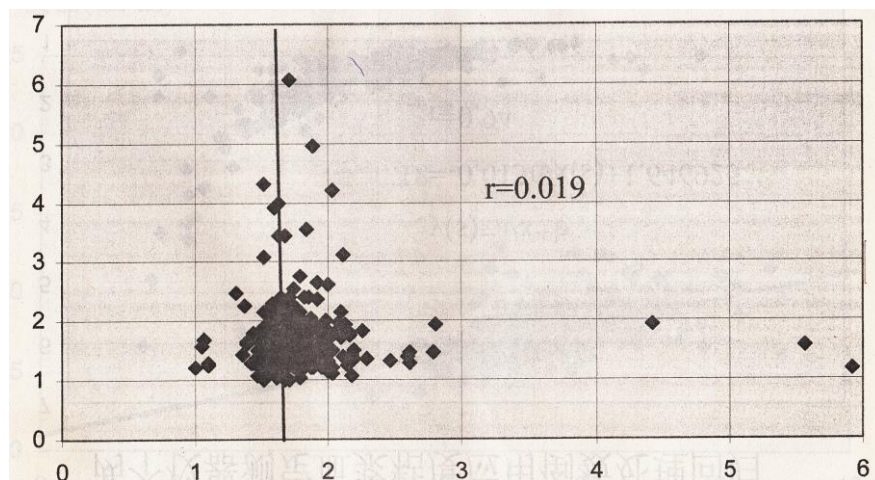


图 4-6 由 s 仪器公司（纵坐标）与 p 仪器公司（横坐标）通过一技师测定 384 例血浆标本测定的回归结果（从回归系数只有 0.019，说明他们之间的相关性极差，从分散点之间没有线性关系）

而测定血浆黏度付出的代价是比较高的，原因在于如果分离 2 毫升的血浆，则需要至少 4 毫升的全血，而得到的结果如果是如上无相关的结果，倒不如根据血浆中主要化学成分的计算获得血浆黏度更为经济与正确。因为本章中要测定的血浆成分是属于血浆成分的常规检查，可以通过化验室大批量的检验而获得的，只需应用电脑程序一算，就可以将血浆黏度算了出来。血浆黏度的增高是一种慢性病，即使增高也不会有害于生命，但是如果某病人的球蛋白、纤维蛋白原、 β 脂蛋白增高，该病人的血浆黏度肯定增高。只要增高至 1.9 的比黏度，人已经有说不出的难受，很可能伴有较高的基础体温，血沉明显加快（显示红细胞容易聚集成为巨大缗钱体块，也影响微循环的顺利进行），意味着具有潜在性的不健康因素的存在。血浆黏度是一个非常稳定的数据，如果真的发现其过高（如比黏度 1.9 以上）。或过低（比黏度 1.4 以下），肯定存在着潜在性的病因。