

# 血栓形成研究的进展及对 21 世纪的展望<sup>1)</sup>

钱民全 彭荣蕤 赵笃凤 钱大兴

(中国科学院力学研究所, 北京 100080)

吴望一 温功碧

(北京大学力学与工程科学系, 北京 100871)

翁维良 刘剑刚 王 怡

(中国中医研究院西苑医院, 北京 100091)

**摘要** 概要地介绍了自 1976 年以来, 在血栓形成研究中的进展及其对 21 世纪的展望。

**关键词** 血栓形成, 进展, 21 世纪, 展望

## 引言

心脑血管疾病是人类最大的杀手, 其中心脑血管中血栓形成威胁人的生命尤为严重。因此血栓形成的预报、检测、治疗和愈后判断有极大的社会意义。1976 年以来, 我们几家合作单位对血栓形成, 特别是体外血栓形成的生物力学方面进行了一系列的实验研究和理论分析。在这里简要介绍我们在血栓形成研究中的进展及其对 21 世纪的展望。

### 1 我们在血栓形成研究中的进展

首先我们发展了 Chandler 旋转圆环为旋转带环和直管中形成人工血栓<sup>[1, 2]</sup>。实验说明二次流并非是形成血栓所必需; 并为简化计算血栓形成的流场打下了基础。

我们探讨了血栓形成的流动状态, 计算了竖直毛细管中有限长液柱的黏性液体运动<sup>[2, 3]</sup>和 Chandler 圆环内的流动分析<sup>[2, 4]</sup>。

我们同时从液体力学观点讨论了血栓形成的机理<sup>[5]</sup>。初步计算了人工血栓装置中粒子聚集机理<sup>[6, 7]</sup>。

为了进一步深入研究血栓形成过程, 测量了体外血栓形成前后的血液流变学变化<sup>[8]</sup>; 体外血栓形成前的全血和血栓形成后的剩余血液, 它们的黏度无明显变化, 血小板聚集显著下降。

同时深入到细胞水平, 测量了血液有形成分对体外血栓形成的影响<sup>[9]</sup>。血小板在血栓形成过程中起着重要作用, 原有的 83.85% 成了血栓的成分, 其次白细胞有 44.48% 成了血栓成分。血浆纤维蛋白原降至极低, 而血栓形成前后红细胞数则变化不大, 值得进一步探讨和试验。其它有形成分也分别有一定影响。

为了更好地为临床服务, 我们提出了体外血栓形成检测指标的建议<sup>[10]</sup>。经对几家医院资料和我们的实验计算证明, 血栓湿重可以作为唯一检测指标, 血栓长度可以作为保留指标。

1) 国家自然科学基金资助项目 (19772061)

由于 Chandler 圆环内人工血栓聚集过程计算的复杂性，我们发展了一种血液在双管中转动形成的血块/血栓的装置<sup>[11]</sup>。我们还发现了固液两相悬浮液在 Chandler 圆环内的多种流动状态<sup>[12]</sup>。我们研究了流速成对圆环中形成血栓的影响<sup>[13]</sup>，血流速度较低时，容易形成血栓；流速较高时，不容易形成血栓。

研究了温度对血栓形成的影响发现<sup>[14]</sup>，体温 37℃ 和室温，甚至到 0℃ 都可以形成血栓。

我们发现零度以下不形成血栓，这有重要的意义。

这些研究成果无疑为研究血栓形成起一定的促进作用，并为进一步深入研究打下了坚实的基础。同时，由于我们对旋转圆环流体的实验和计算的深入研究，使得有可能将旋转圆环的流动应用到测量其他流体，特别是石油的流变特性中成为可能<sup>[15]</sup>。

## 2 对 21 世纪血栓形成研究的展望

新的世纪即将到来，一切充满着希望和挑战。21 世纪将是生物学的世纪，生物力学必将会有着重大的发展和突破。血栓形成的研究也不例外。在新世纪的前期，科学工作者还得艰难地、深入地研究血栓形成的机理。特别要研究多种因素对血栓形成的影响以及多种因素的调控作用。仔细地研究血液有形成分的聚集过程以及研究流动条件和各种物理因素对血栓形成的影响。和其他学科一样，血栓形成需要多种学科的工作者更加紧密地联合研究；或者一个科学工作者身兼多种学科的深入研究工作。继后，对血栓的预防、诊断和治疗提出正确的措施。如预防血液有形成分的不可逆聚集；迅速而准确地诊断血栓形成的部位；提出多种的有效治疗措施，特别是制造出比尿激酶素、链激酶素、蚓激酶素等更好的溶栓药物等等。

我们完全可以期望，通过多种学科的联合攻关，人们终将完全揭示血栓形成的机理，为预防、检测、治疗、愈后判断和药物制造等作出贡献，造福于人类，人类将生活在更加美好的未来中。

心脑血管疾病这个人类最大的杀手在 21 世纪将被人类所镇服。我们也完全可以期望：癌症、传染病也可为人类所战胜。意外伤害可以降低到最低程度。人们梦寐以求的正常死亡年龄 120~150 岁将会变成现实。

血栓是血液处在血栓形成的激发状态下，在一定流场中，血液有形成分聚集而形成的凝块，它有一定的结构、通常是不可逆的。寻找体内外血栓形成的触发机理显得十分必要。如果有人找到可以像打防疫针剂那样的药物或措施，让人终生可以抑制血栓形成激发状态的发生（据我们认识，血栓形成激发状态只在某些状态下短暂地发生，因为一直处于这种状态，血栓一直要形成，人是活不了多久的）；或者使血液有形成分的聚集过程成为随时可逆。那么人们可以终生免除血栓这一杀手的侵犯。我们应该给予发明这样的药物或措施的人以人类最高的奖赏。

## 参 考 文 献

- 1 钱民全，吕恩武. 旋转带环中血栓形成实验研究. 第一届全国生物力学会会议，上海，1981
- 2 吴望一，吕恩武，钱民全. 血栓形成的流体力学方面(英文)*Biorheology* Oct. 1982. 18 (1): 64~ 65
- 3 吴望一，钱民全，温功碧. 竖直毛细管中有限长液柱的黏性流体运动. 应用数学和力学，1981.8, 2 (4): 407~418
- 4 吴望一，钱民全. 形成人工血栓的 Chandler 圆环内的流动分析. 中国科学，1981, 1458~1467

- 5 钱民全. Discussion on the thrombus formation in view of hydrodynamics. 国际医学生物流变学和生物物理学讨论会. 论文集, 1995.  
100~102
- 6 徐建军. 血小板微团在 Chandler 旋转环内选择聚集过程的一维数学模型. 力学研究所内部资料, 1981
- 7 孙克利. 人工血栓装置中粒子聚集机制的探讨. 北京大学硕士学位论文, 1994
- 8 刘剑刚, 钱民全等. 体外血栓形成前后血液流变变化及其标准化操作. 第六届全国流变学学术会议, 1999, 武汉. 1999 流变学进展. 472~474
- 9 钱民全, 刘剑刚等. 血液有形成分对体外血栓形成的影响实验研究初步报告. 第六届全国流变学学术会议, 1999, 武汉. 1999 流变学进展. 495~496
- 10 钱民全等. 关于 Chandler 圆环中形成血栓检测指标的建议. 第八届全国生物力学和流变学学术会议, 昆明, 1999
- 11 钱民全等. 血液有形成分在转动圆管中形成血栓/血块的实验研究. 全国第三届医学生物物理学学术会议, 上海, 1998
- 12 钱民全等. 固液两相悬浮液在 Chandler 圆环中的多种流动状态. 全国第三届医学生物物理学学术会议, 上海, 1998
- 13 钱民全等. 流速对 Chandler 圆环中形成人工血栓的影响. 第六届全国生物力学学术会议, 上海, 2000
- 14 刘剑刚, 钱民全等. 温度对血栓形成的影响. 第六届全国生物力学学术会议, 上海, 2000
- 15 钱民全等. 旋转圆环流动在测量石油流变特性中的应用. 第十四届全国水动力学研讨会, 海南, 2000