

来自工程流体力学对动脉粥样硬化研究的疑惑

季 平

(扬州大学医学院, 江苏省扬州市 225001)

[关键词] 流体腐蚀; 内皮细胞; 动脉粥样硬化

尽管动脉粥样硬化形成研究经历了 100 多年, 但其仍被认为是未知病因的疾病。目前动脉粥样硬化也成为影响人们健康最严重的疾病。每年关于动脉粥样硬化的文献超过 10 万篇。在形成的学说中主要有代谢学说和血液动力学说, 近来炎症反应学说成为热点。然而动脉粥样硬化斑块是极其缓慢的炎症过程, 超过我们现在所了解的常见的免疫过程。在炎症学说中, 前提是内皮的损伤和机能障碍, 那么其原因是什么? 这与损伤反应学说似乎并无本质的区别。因此寻找损伤的因素才是关键。在血液动力学中, 研究仅集中在剪切力、环形张力和压力(压强), 而从未见有资料分析流体的腐蚀(磨损)问题。这明显忽略了一个最重要的问题。在所有涉及到流体的研究中都需要强调流体的腐蚀。那么流体的腐蚀问题是什么? 是不是在心血管系统内存在, 可能对心血管系统产生损伤呢? 这就成为问题的关键。

在流体力学中, 与液固交界面有关的力学现象有剪切力、流体压强、流体冲击等。然而, 流体力学认为一般状态下, 流体的剪切力、压强和速度变换的动量产生的压强不足以引起材料的损伤。

剪切力 $\tau = (dv/dy) \eta$, $P = 0.5\rho V^2$, $P = \rho gh$ 。

除非不稳定的流体现象产生, 其产生的压强可以达到 $P = \rho C v$ (其中 C 为水中的声速, v 是流体速度)。这个数值是巨大的, 1 m/s 的速度压强可以达到 10 个大气压。

一种流体腐蚀现象出现在流线呈凹形拐弯的位置, 或者说壁面呈突起的位置, 这个现象叫空蚀。

动脉粥样硬化发生在动脉的特殊位置, 局部具备了不稳定流体发生的条件, 自然要考虑流体腐蚀现象的空蚀存在。因此空蚀的存在问题似乎是动脉粥样硬化研究必然需要的方向。

空蚀是空化伴随的腐蚀现象, 因此判定空化的存在是首要的。空蚀的过程是气核的产生、湮灭, 其伴随着声光现象。而空蚀是极其缓慢的损伤过程, 常见的流体管道腐蚀需要数年才表现出来, 人体的血管具有自身修复的过程, 只有当生理性修复不足, 血管内壁出现病理性修复使动脉粥样硬化开始发生和发展, 这似乎与空蚀是必然的相关。

下面的问题是如何证明血管内空化的存在和空蚀的损伤结果, 以及对内皮细胞的影响, 动脉粥样硬化的危险因素在怎样的水平影响空蚀的结果这似乎才是动脉粥样硬化研究首先需要回答的。

[作者简介] 季平, 2000 年在国内外首次提出流体损伤问题可能是血栓形成的首要原因, 近 7 年来从事流体损伤问题与血栓性疾病的研究工作, E-mail 为 iixiap125@sina.com。

(此文编辑 许雪梅)