

脑动静脉畸形出血因素中的血液动力学分析⁺

孙树津 严宗毅* 王大明** 凌锋***

(中国科学院力学研究所 国家微重力实验室 100080)

(*北京大学 力学与工程科学系 100871)

(**卫生部 北京医院 神经外科 100730)

(***北京市 首都医科大学宣武医院 神经外科 100053)

脑动静脉畸形 (Arteriovenous Malformation, AVM) 是一种先天性的动静脉间短路血管组织, 其所导致的异常脑血液动力学状态是造成脑 AVM 血管破裂出血和产生某些神经功能障碍的重要原因之一。本文结合脑血管内血液动力学参数的临床测量数据, 通过建立脑 AVM 血液动力学模型的方法, 对脑 AVM 出血的血液动力学因素进行了系统的分析。文中新提出的模型克服了以往的定常 AVM 模型无法反映血流实际脉动, 以及模型结构和血管性质描述上的缺陷, 并依据临床实测数据提出了一种更为符合生理和病理实际的描述 AVM 供血动脉增粗现象的方法。模型模拟了 AVM 造成的脑血管压力、流量波形和脑血管输入阻抗的变化, 总结了如下几条具有临床参考价值的结论。

一. 可能引发脑 AVM 患者自发性脑出血的血液动力学条件: 1) AVM 流量较小而且供血动脉较短; 2) 引流静脉狭窄; 3) 供血动脉的壁面切应力偏大 (相应于流量大而供血动脉偏细的情况)。前两者可能造成 AVM 畸形血管团处压力增高, 从而增加出血的危险性; 而供血动脉的壁面切应力偏大时, 血流对 AVM 血管弯曲处所产生的附加冲击力增大。提示以上结构类型的 AVM 诊断治疗过程中应注意出血危险。

二. 栓塞治疗脑 AVM 的过程中发生急性脑出血的血液动力学因素: 过去对于栓塞治疗引起脑出血的分析都限于栓塞前或者栓塞后的稳定状态。本文用工程上的水击原理分析了 AVM 栓塞瞬间的血液动力学变化, 首次提出, 在脑 AVM 栓塞的过程中可能出现的水击现象, 即由于 AVM 血管突然堵塞而造成压力瞬时大幅度升高的现象可能是栓塞时发生急性脑出血的重要诱因。并进一步指出, 供血动脉过长, 出现导致压力变化剧烈的直接水击的可能性增大; 供血动脉流速偏大, 血管壁面切应力偏高, 易导致栓塞时产生的水击压力增加。从而提示以上结构类型的 AVM 栓塞治疗时应采取合理的降压措施并尽可能分多次栓塞。

以上分析结果与文献中的临床病例统计结果有较好的一致性。

⁺ 国家自然科学基金资助项目 (批准号: 39870228)