陕西一高校团队精准量化血液流变

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/38337.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

中新网西安2月16日电(记者阿琳娜)当慢慢搅动一碗浓稠的淀粉水时，它像液体一样顺滑，表现出“软”的特性；但如果用力快速搅拌甚至拍打它，它会变得像固体一样，给人一种“硬”的触感。这就是非牛顿流体的“剪切增稠”特性：在强力作用下表现为固体，在弱力或无力作用下表现为液体。

然而，并非所有非牛顿流体都如此。番茄酱、油漆、血液等则截然不同：它们流动得越快，反而变得越“稀”、越“轻盈”，在血液流变学中，这种特性被称为“剪切稀化”。正是生命高效运转的流体密码，让血液能在血管中顺畅奔流。

由于血液流变的复杂性，如何精准量化这一非牛顿流体现象一直是血液计算力学领域的难题。西北工业大学动力与能源学院乔永辉教授团队系统梳理了全球血液流变学已有研究成果，旨在为复杂血流模拟建立统一的计算物理评价体系，为心血管疾病模拟诊断提供科学支撑。

在临床实践中，医生们可以构建患者专属的“虚拟血管”，通过模拟血流来辅助诊断心血管疾病、预测血栓风险。然而，血液并非理想液体，其黏稠度会随流速变化，模拟时选用哪种“非牛顿”计算模型，学界一直缺少统一标准，这也导致不同算法得出的结果往往差异明显。该研究在自1919年以来的140项核心研究的基础上，系统梳理并建立了涵盖剪切稀化、黏弹性及屈服应力等特性的血流动力学计算物理评价体系，为全球相关科研人员提供了计算模型选取参考。

据介绍，该研究确立了血液非牛顿特性的科学分界点。在该数值之上，血液的黏稠度基本稳定，就像水一样(可视为普通牛顿流体)；而在此之下(如动脉瘤、血管狭窄区域)，血液就表现出明显的“非牛顿”特性，黏稠度会变化，红细胞更容易聚集。研究系统梳理了包括幂律模型、广义幂律模型、Cross及其修正模型、Bird-Carreau模型、Carreau-Yasuda模型、Quemada模型等模型在内的目前主流的非牛顿流体模型的剪切率适用范围。

血管并不是一根静止不动的硬管，而是一种柔软、富有弹性的生命通道。当血液流经时，不仅血液的推力会让血管壁微微扩张，血管自身的搏动也会反过来推挤、引导血液的流动——这种“互相推动、彼此塑造”的动态，正是医学上所说的“流固耦合”。尤其在动脉瘤或血管严重狭窄等病变区域，血管壁会产生大幅且不规则的变形，这就使传统的血流仿真极易失真甚至计算崩溃，难以给出可信的预测结果。

为此，该研究评价了双向FSI的整体法与分区法求解路径。在分区法体系下，主流的ALE(任意拉格朗日-欧拉)方法在大变形场景下因频繁重网格化导致的计算冗余与收敛瓶颈。为突破这一“网格桎梏”，研究介绍了以光滑粒子流体动力学(SPH)为代表的无网格方法。SPH方法能够天然规

避网格扭曲，提升大变形处理灵活性，并实现多相物理界面的精准追踪。

同时，该研究指出，决策并无绝对的“普适解”，研究人员必须在明确具体物理需求的基础上，权衡计算精度与资源效率，选择合适的算法，从而为“数字实验”提供真实、可靠的决策判据。

据悉，该项研究梳理了复杂血流模拟的现有计算框架，总结了血管壁变形模拟的不同路径，并指出了当前非牛顿模拟在数学稳定性、参数统一性及静脉研究等方面的局限性，为未来构建高精度患者特定模型、推动精准医疗奠定了理论基础。(完)

（原题：如何洞察生命“内流场”？陕西一高校团队精准量化血液流变）

作者：阿琳娜 来源：中新网

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发