
跨尺度模型揭示血脑屏障开放机制

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/41140.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！

跨尺度模型揭示血脑屏障开放机制。 近日，深圳湾实验室分子生理学研究所研究员李芬芳团队及合作者在《控制释放杂志》发表最新研究。

该研究通过跨尺度血脑屏障模型和成像技术发现，即使在被动空化信号检测（PCD）未检测到惯性空化的条件下，0.5兆帕长脉冲超声仍可通过微泡的循环微射流导致脑血管内皮细胞局部脱落，而短脉冲超声则能实现均匀、可逆的血脑屏障开放。

同时，研究利用超声造影成像实时监测微泡在脑内的灌注动力学，为超声作用血脑屏障窗口的精准设定提供了直接依据。

血脑屏障在保护中枢神经系统免受毒素和病原体侵害的同时，也阻碍了绝大多数治疗药物进入脑实质，严重制约了脑肿瘤、阿尔茨海默病、帕金森病等中枢神经系统疾病的药物治疗。

该研究中，团队建立了一套跨尺度研究体系。在体外层面，他们利用模拟脑血管的微流控芯片，以25000帧/秒的高速成像实时捕捉微泡动力学行为，同时通过荧光成像同步监测内皮细胞的声穿孔、钙信号和细胞脱落等生物效应；在活体层面，借助双光子成像技术，在颅窗手术的小鼠脑中实时观察血脑屏障开放的全过程。

该研究揭示了无惯性空化不等于无损伤的物理机制，将长脉冲的副作用与循环微射流这一稳态空化伴随的持续性机械刺激相关联。这一发现表明不仅要监测惯性空化，还需评估循环微射流的潜在风险。同时，短脉冲通过减少气泡融合的几率和避免循环微射流形成，依赖可逆声孔和均匀钙信号实现安全开放，为需要反复给药或高安全性要求的基因治疗、抗体递送等场景提供了理论优选方案。（来源：中国科学报 刁雯蕙）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2026.115165>

作者：李芬芳等 来源：《控制释放杂志》

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

本文版权归作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://iikx.com)转发