

建模背景

在医疗健康领域，理解药物在生物组织中的扩散行为对于优化给药方案、评估治疗效果具有重要意义。药物在体内扩散过程中，不仅受到扩散机制的影响，还会因组织的代谢或吸收作用而逐渐减少。因此，建立能够反映空间分布、时间演化以及组织特性影响的数学模型，有助于深入分析药物传输过程并支持临床决策。

本模型基于一维扩散过程，考虑了药物在组织中的扩散能力与代谢速率的综合影响，旨在模拟药物浓度在不同空间位置和时间点的分布情况。该模型适用于描述局部给药后药物在组织中的传播行为，如皮下注射、靶向药物输送等场景。

建模公式

模型采用一个一维扩散偏微分方程来描述药物浓度的动态变化：

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - kC$$

其中 \$ C(x, t) \$ 表示在位置 \$ x \$ 和时间 \$ t \$

处的药物浓度，\$ D \$ 为扩散系数，反映药物在组织中的扩散能力，\$ k \$

为代谢或吸收速率，表示药物随时间被组织消耗的速率。

该方程的解析解基于高斯函数形式，考虑了初始药物释放的集中分布及其随时间的扩散与衰

减，表达式如下：

$$C(x, t) = \frac{C_0 \cdot e^{-kt} \cdot e^{-\frac{x^2}{4Dt}}}{\sqrt{4\pi Dt}}$$

其中 C_0 表示初始时刻在原点处的最大药物浓度。该解描述了在给定扩散系数与代谢速率条件下，药物在空间中扩散并随时间衰减的动态过程，为定量分析药物传输行为提供了理论基础。