

# 血管对肿瘤的光热疗法的影响

吴淑莲, 李志芳, 李晖

福建师范大学, 光电与信息工程学院, 仓山区, 福州市, 福建省, 350007

**引言:** 激光诱导间质肿瘤热疗法是一种可使生物组织局部地方凝结坏死的肿瘤疾病治疗方法, 目前已经用于肝、脑等各部位的肿瘤治疗。为了更好地进行肿瘤疾病的治疗, 需要实时地对组织的温度和热损伤进行监控, 而检测技术很难实现对肿瘤治疗过程的实时监测, 故数值计算成为研究光热疗法的有力工具。本模型将生物组织光传输的物理场与热传输的物理场相耦合, 考虑组织光热参数随温度变化的情况, 研究了肿瘤周围含有大动脉的情况时组织的温度分布随时间的变化情况, 研究结果对指导临床医学肿瘤治疗有重要意义。

## 方法:

**PDE接口:** 光热耦合模型中求光分布的漫射方程为:

$$\frac{n}{c} \frac{\partial u(x, y, z, t)}{\partial t} + \nabla \cdot (-D \nabla u(x, y, z, t)) + \mu_a \times u(x, y, z, t) = S(x, y, z, t)$$

**生物传热接口:** 生物组织热传导方程为:

$$\rho C \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla \cdot (k \nabla T) + Q_b + Q_m + Q_r$$

生物组织的热损伤由组织的温度和加热时间决定, 根据 Arrhenius equation 可以得到组织的热损伤程度可以表示为:  $\frac{d\alpha}{dt} = A \exp\left(-\frac{dE}{RT}\right)$

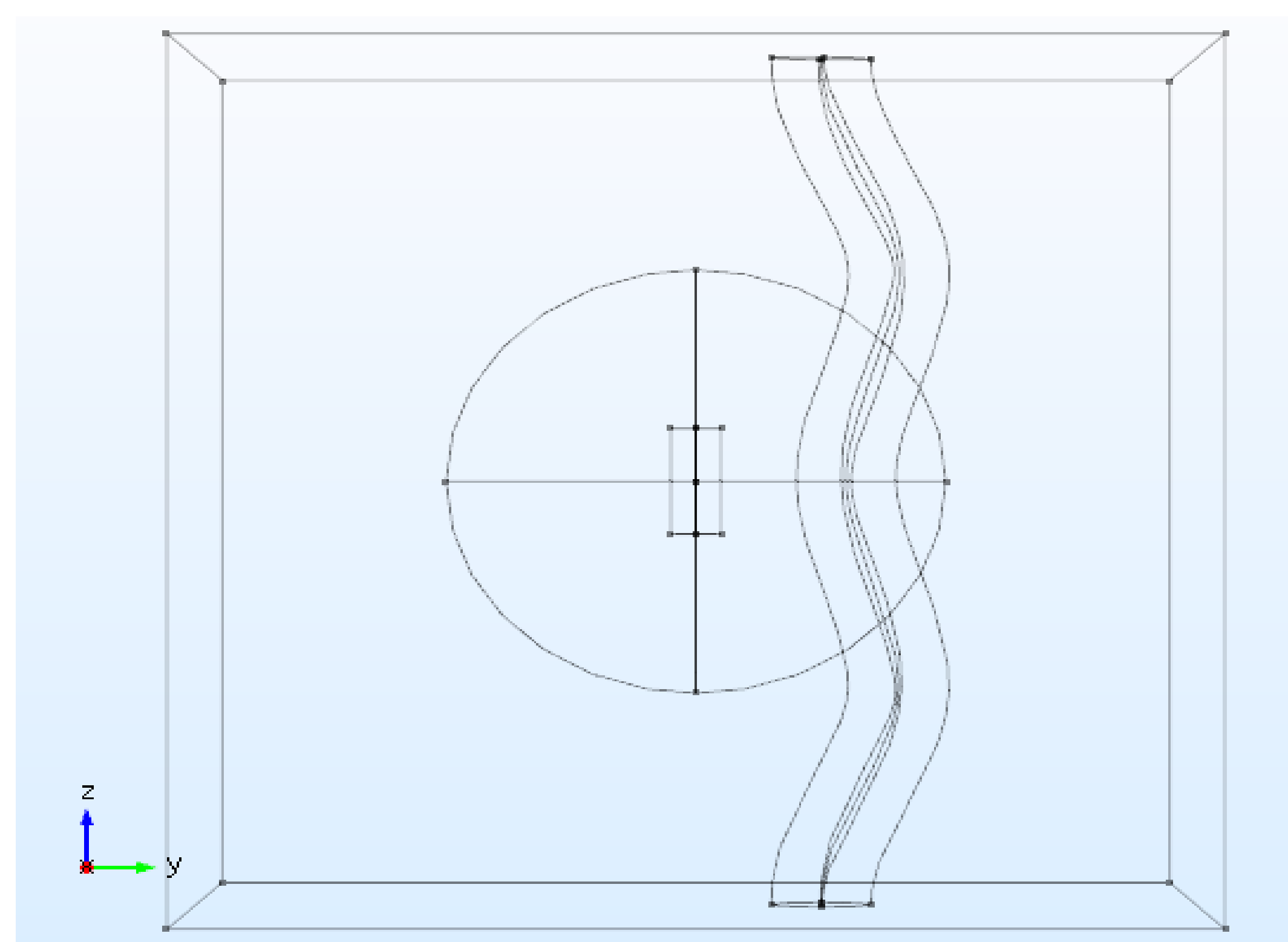


图 1. 几何模型

**几何模型:** 如图1所示, 圆柱代表光源, 圆形区域代表肝脏肿瘤, 弯曲圆柱代表大血管, 大正方形代表肝脏。

**结果:** 由图2可以看出, 加热过程中, 刚开始加热时血管对温度分布几乎无影响, 等温线是一个个以光源中心为圆心的同心圆, 但是随着加热时间变长, 靠近血管的地方的等温线将不再是圆形, 而是在靠近血管的地方等温线向内凹了, 且加热时间越长, 这种现象越明显。故, 可以看出血管会影响周围组织升温, 且组织越靠近血管, 被影响越明显。

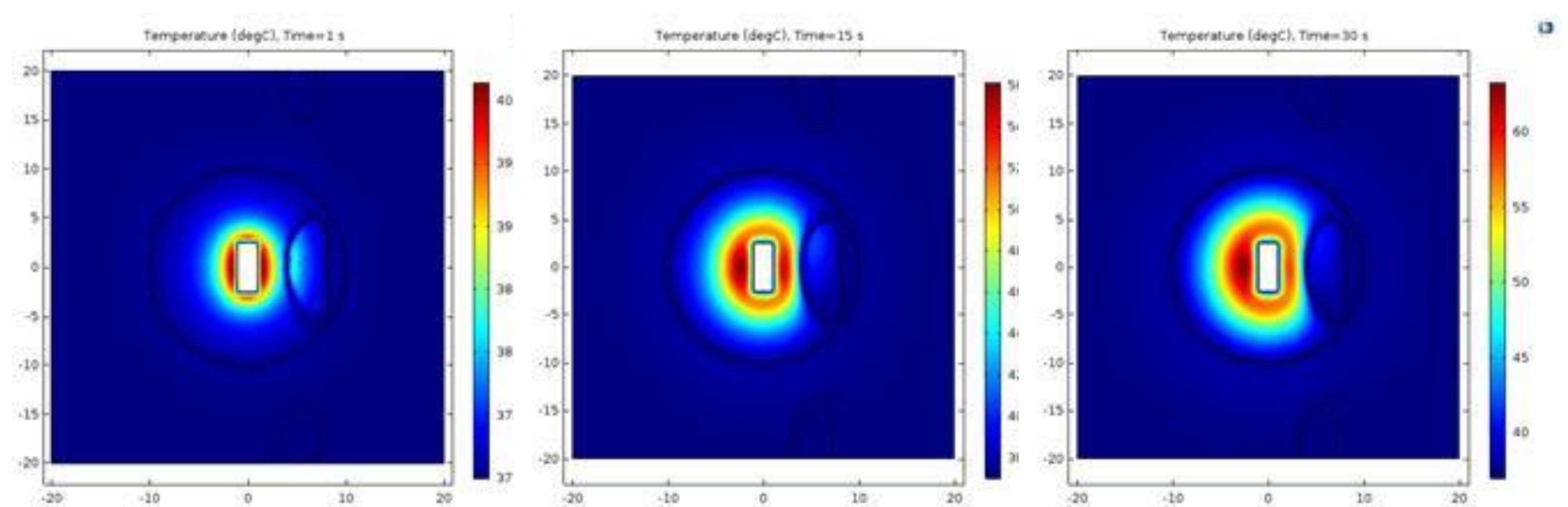


图 2. 肿瘤区域随着光源辐照的时间变化

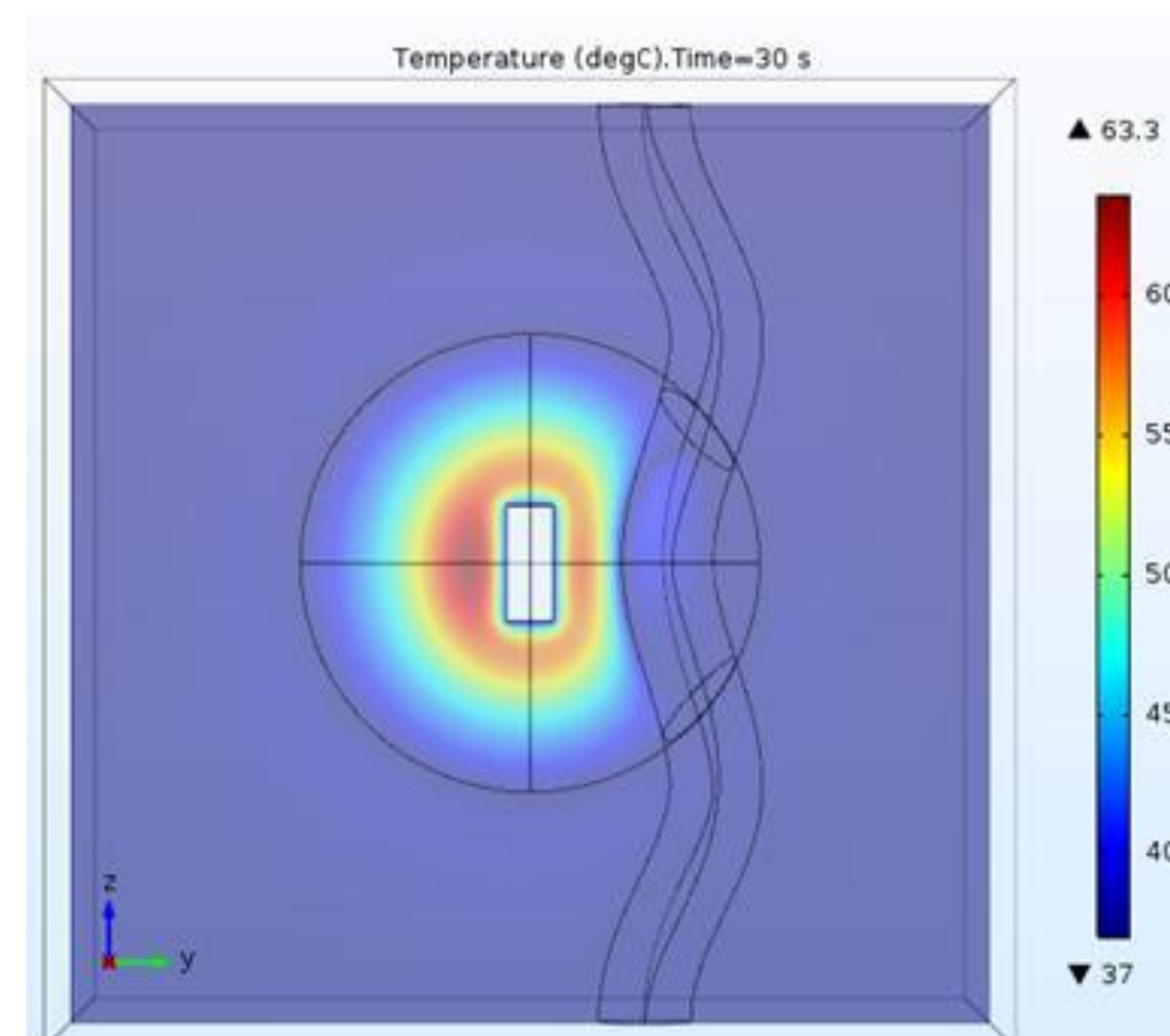


图 3. 血管对激光光热治疗肿瘤组织的平面图

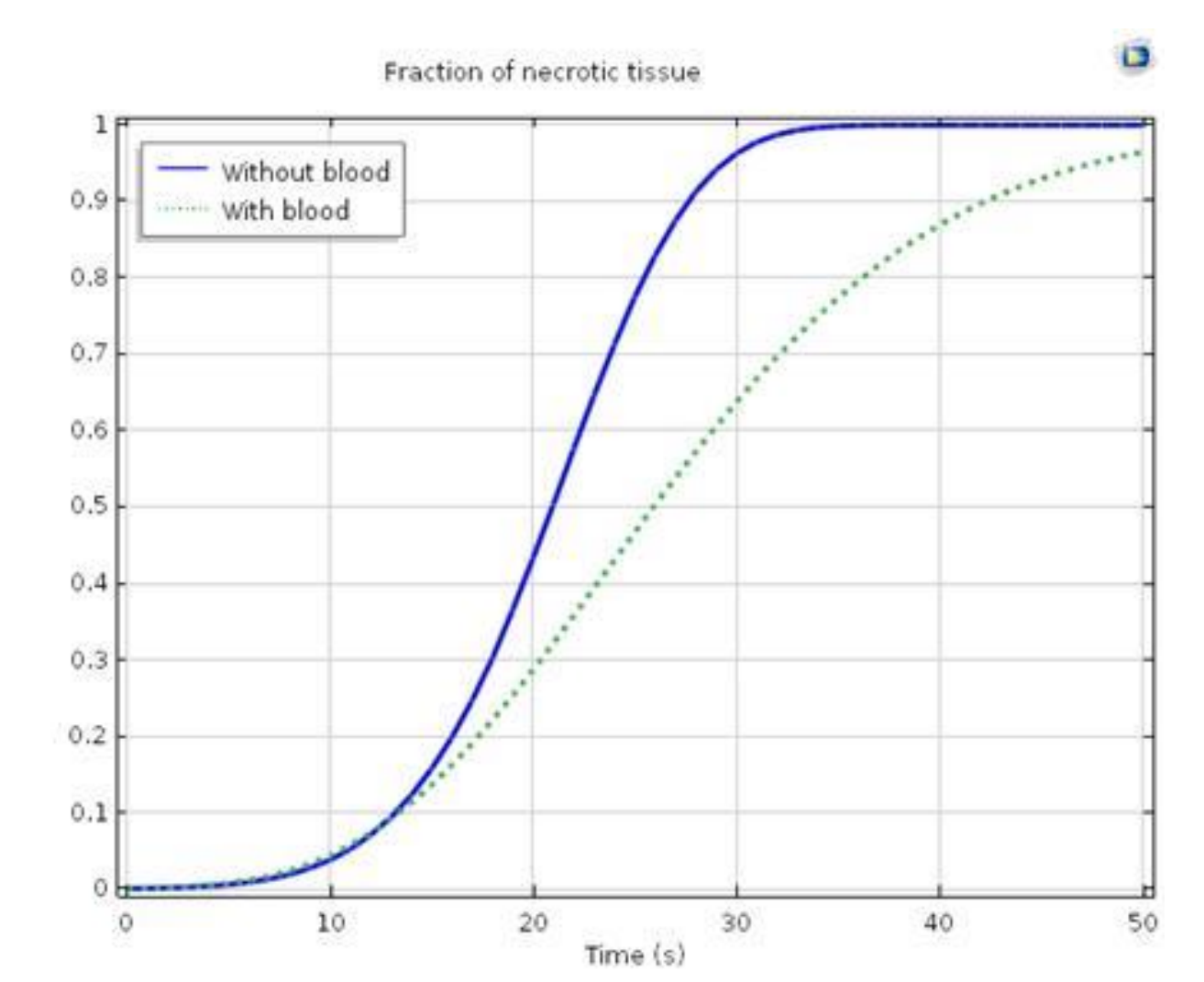


图 4. 组织损伤系数随时间的变化

由图4可以看出, 不含血管时, 在距离光源 3mm 的位置上点 A 在加热 34s 左右时组织损伤系数已经达到1, 而含血管时, A 点在加热 50s 左右时组织损伤系数尚未达到1。

**结论:** 热疗法治疗肝脏肿瘤时, 如果肿瘤旁边含有血管将会降低治疗效果。