



小动物磁共振成像

蒋事和 20220512



小动物磁共振成像 (Magnetic Resonance Imaging, MRI)

特点:

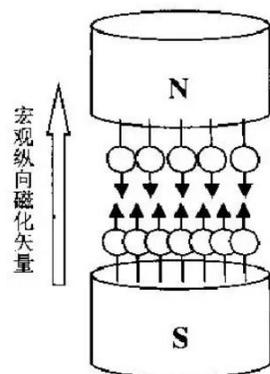
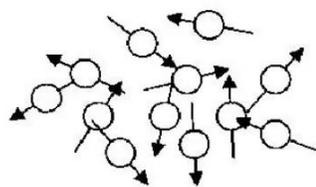
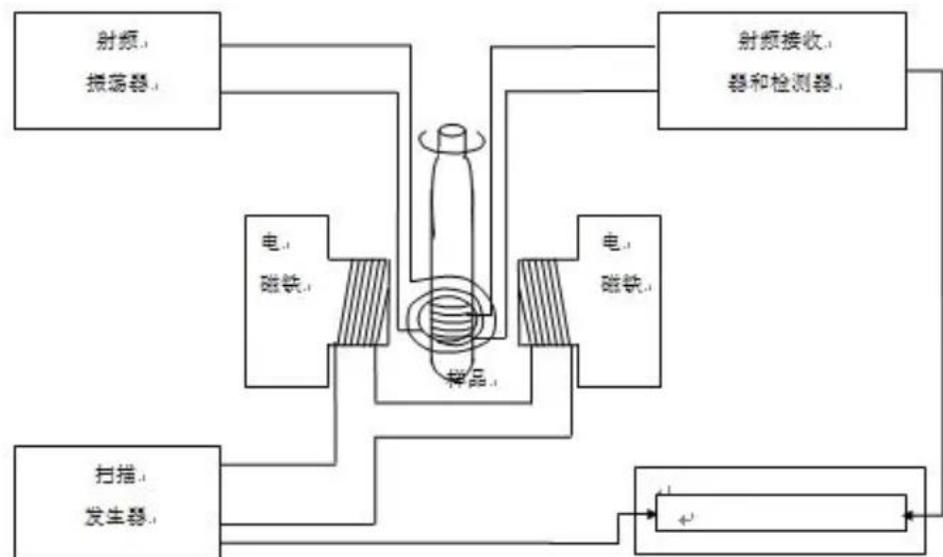
- 高空间分辨率
- 良好的软组织对比度
- 多参数成像
- 对动物无损伤
- 可重复扫描

应用:

- 研究动物及各种疾病
- 动物模型的组织形态、
- 病理变化、分子成像
- 以及代谢



原理



MRI是利用机体组织和器官所含氢原子（质子）及其密度的差异，在外加主磁场（ B_0 ）和外加射频磁场（ B_1 ）的重复作用下激发产生能量改变的磁共振现象，检测质子复原时的不同能量变化（电磁波），通过计算机对测得的回波信号的频率、时间顺序、相位和强度等进行定位分析，构建图像。MRI的实质是用磁感应线圈检测氢质子，其图像的亮暗分辨是不同组织间信号强度的反映。信号强度除与组织的质子密度有关外，还与质子共振后的弛豫时间，即纵向恢复时间（ T_1 ）和横向恢复时间（ T_2 ）、血流情况、磁敏感性以及成像时机器的脉冲重复时间（TR）、回波时间（TE）等成像参数有关。

系统组成

小动物核磁共振成像系统组成

硬件

磁体、梯度磁场系统、射频发生与接收系统、激光照相机、小动物固定装置等照射主体，心电监护设备，呼吸监护设备



软件

图像获取及后处理工作站



麻醉系统

2条麻醉通路，1条为诱导麻醉通路，另外一条为维持麻醉通路



成像序列



普通成像:

1. 解剖成像:

- (1) T1像
- (2) T2像
- (3) 质子密度像

2. 测量T1、T2值

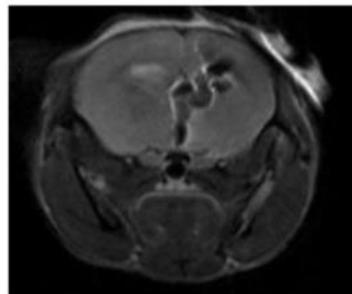
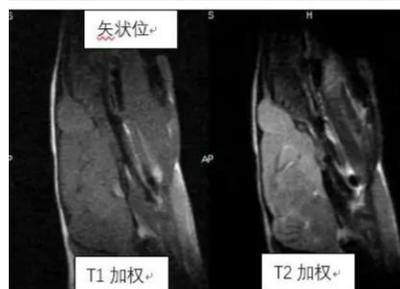
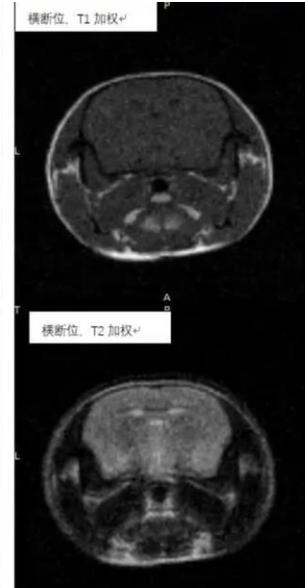
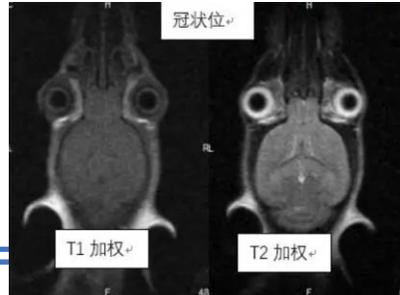
3. 功能成像

4. 磁共振波谱技术

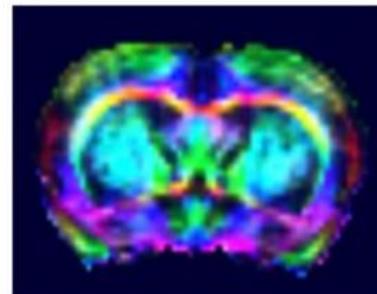
特殊成像:

- (1) 造影成像
- (2) 血管成像
- (3) 心脏成像
- (4) 扩散张量成像
- (5) 分子成像
- (6) 脑BOLD

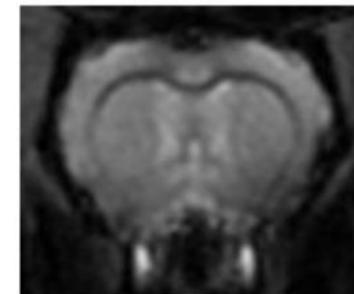
DTI



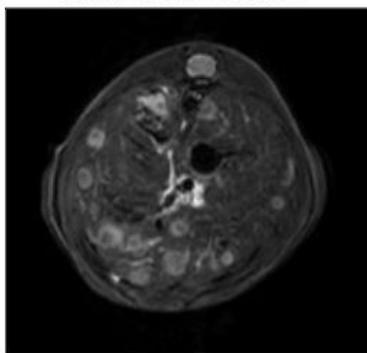
氧化铁颗粒标记干细胞脑内示踪成像



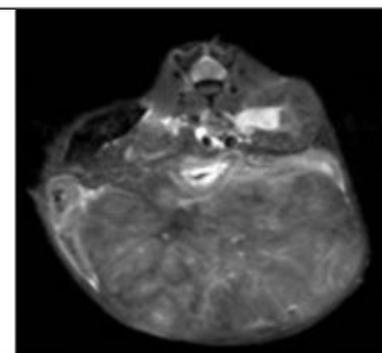
大鼠脑扩散张量成像



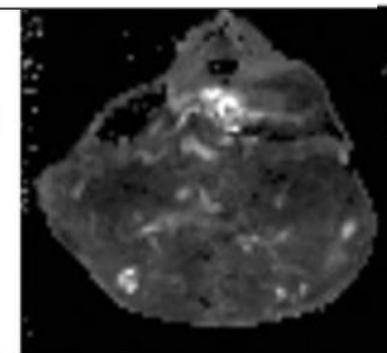
大鼠脑BOLD成像



肝脏弥漫性肿瘤成像



肝脏原发肿瘤扩散加权成像



操作程序

- 1、确定小动物检查部位的中心
- 2、对小动物进行中至深度麻醉，采取俯卧位固定小动物，检测小鼠生命体征，保持小鼠适宜体温。
- 3、设定参数以获取 T_1 和 T_2 加权像矢状、水平及横断图像



1、神经系统方面

MRI对小动物神经系统的病变诊断包括肿瘤、梗塞、出血、变性、先天畸形、海绵窦血管瘤、感染、炎症等几乎成为确诊的手段。也可作为模型构建是否成功，干预是否有效的判断依据。

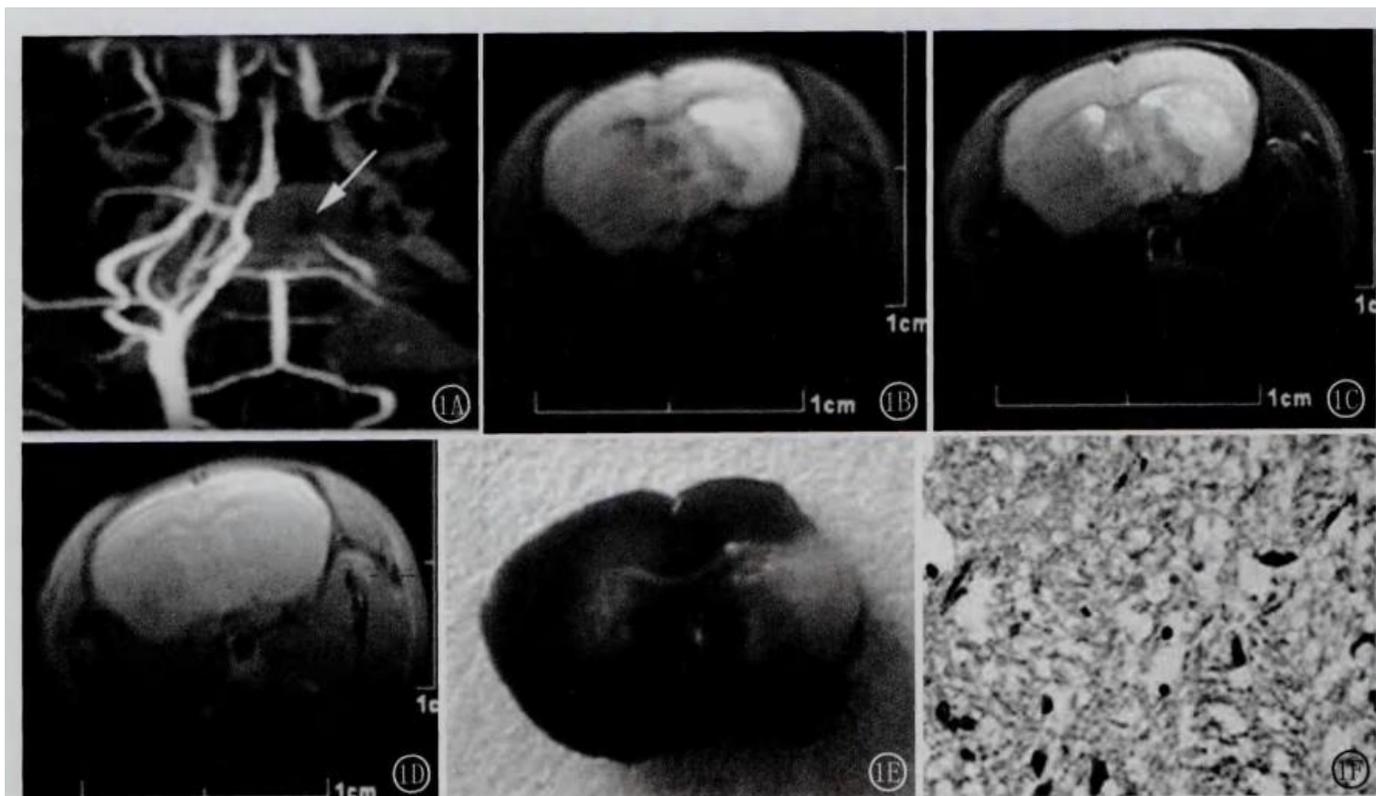
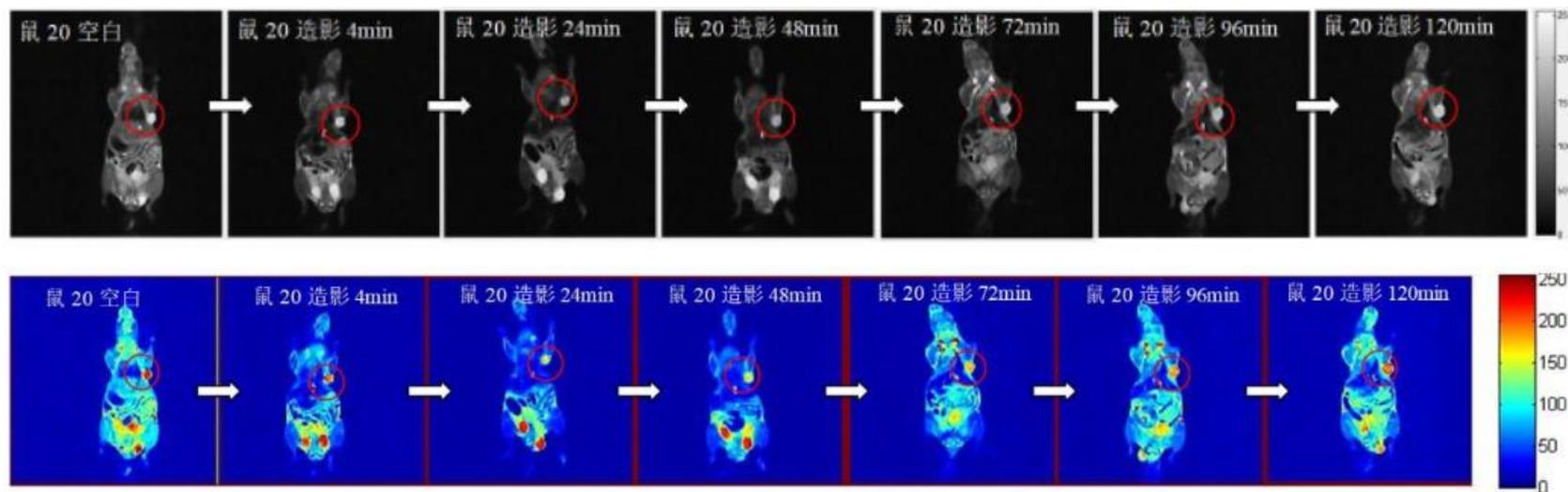


图 1A~1F 为线栓后 6h 同一小鼠缺血性脑梗死模型的 MR 图像及病理染色图像 图 1A MRA 示线栓后右侧大脑前中动脉段血流消失(箭头示) 图 1B~1D 线栓后 6h 的 7T MRI, 成像序列依次为 DWI、T₂WI、T₁WI、T₂WI、DWI 示右侧额叶、顶叶、纹状体区高信号影, T₁WI 表现为相应区域脑组织肿胀 图 1E TTC 染色, 脑组织切片(模型制作后 12h)置于六孔板内, 表现为缺血梗死区白色, 余处为红色 图 1F HE 染色, 梗死区脑组织的神经元细胞皱缩, 细胞核固缩, 神经纤维网增宽, 微血管周围间隙增宽(HE×400)

2、肿瘤诊断

小动物很多部位的肿瘤使用常规的诊断方法如：B超、X线片等技术很难诊断清楚。如颅内肿瘤、脊髓内肿瘤、胸腔纵隔内肿瘤、骨盆内肿瘤、胰腺肿瘤、肾上腺肿瘤、肝内肿瘤、心脏内和大血管内肿瘤等等。而磁共振诊断技术刚好可以解决这些难题。



使用纽迈核磁共振成像软件，MSE序列进行成像，小鼠注射MRI造影后，按实验要求进行T2加权成像。

小鼠尾部静脉注射造影剂后观察肿瘤T2加权成像效果，如图所示。结果表明：造影剂注入后24-72min肿瘤部位明显变暗，而120min后肿瘤部位亮度有所恢复。

3、骨科方面

小动物骨关节和肌肉病变方面的诊断MRI同样具有很大的优势，可用于早期骨髓炎、前十字韧带断裂、半月板损伤、股骨头坏死、肌肉组织病变等方面的诊断。

4、胸腔方面

MRI对于小动物心脏病变、肺脏肿瘤、心脏大血管的病变，胸内纵膈肿块等也具有独特优势。

5、内分泌系统方面

小动物的很多内分泌疾病，譬如库兴氏综合征，很多是由于肾上腺肿瘤引起的，有些是由于下丘脑垂体肿瘤引起的。以往只能通过猜测来判断，而有了磁共振诊断设备，这类疾病可以确诊。

6、其他系统疾病方面

胃肠、胰腺、肝脏、胆管系统、鼻窦、额窦、小动物子宫、卵巢、膀胱、前列腺、肾、输尿管等软组织器官



MRI与其他活体成像技术对比

成像技术	优点	缺点	主要应用
PET	天然的功能影像和分子影像方法，高灵敏度，可量化，成功的临床转化	电离辐射，空间分辨率有限	肿瘤、心脏、神经、药代动力学和药效评估
SPECT	天然的功能影像和分子影像方法，高灵敏度，成功的临床转化，多核素显像		肿瘤、心脏、神经
CT	高分辨，卓越的硬组织解析能力，成功的临床转化	电离辐射，有限的功能信息	骨科、牙科、心血管
MRI	高分辨，卓越的软组织解析能力，成功的临床转化	成像速度慢，灵敏度有限，有限的功能信息	神经、心脏
超声	价格较低，分辨率较好，成功的临床转化	只能对软组织成像，成像深度有限，有限的功能信息	软组织成像（心脏、内分泌、产科、等）、血流信息
可见光	价格较低，高灵敏度	分辨率低，成像深度有限，无法临床转化	基础研究（蛋白质相互作用、细胞追踪、等）



谢谢聆听!



激光散斑血流成像

朱慧敏 22.5.12

1. 仪器简介



激光散斑血流成像系统 (laser speckle contrast imaging)

优势：非侵入性、高帧率、高分辨率。

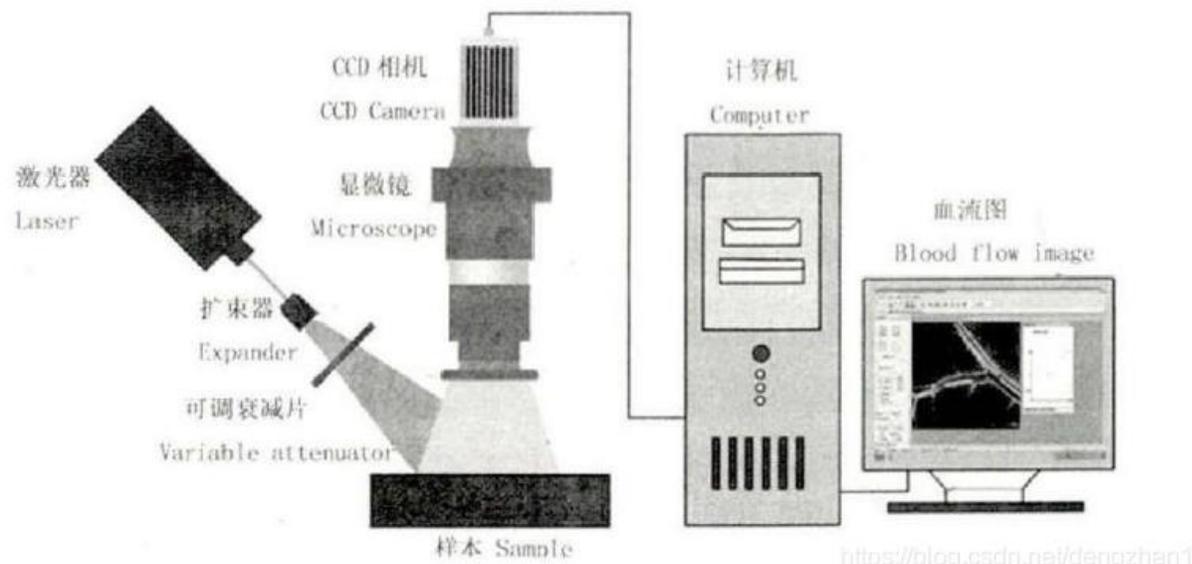
缺点：只能观察表面血管

实时 监测记录暴露组织器官的血流灌注情况。

量化 微循环血流量



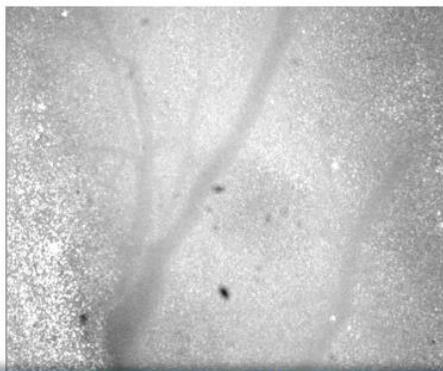
2.原理



- 观察目标受到激光束照射时，反射后的激光形成随机干扰图像，该图像称为激光散斑图。
- 如果被测目标静止，激光散斑图保持不变；如果被测物体发生移动，例如组织中的红细胞运动，则激光散斑图会随之波动。
- 被测区域变化速度通过量化，可直观的反应血流灌注的流速图像。



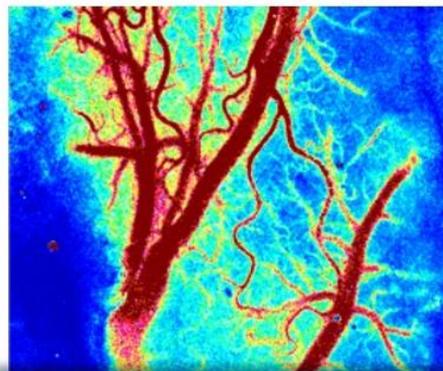
激光



激光照明形成散斑图案



LSCI技术

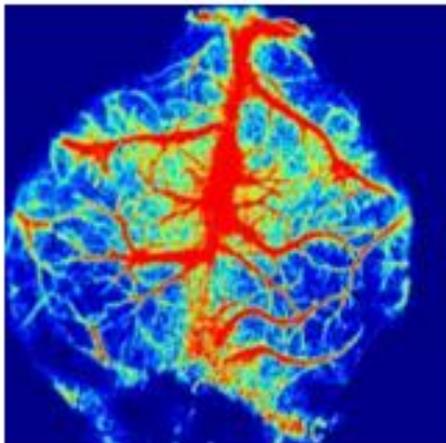


直观反映血流灌注的流速图像

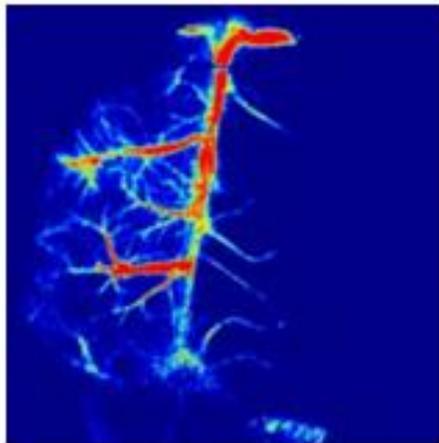
3.应用



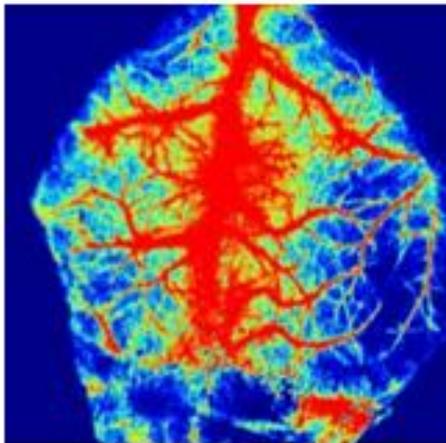
Before surgery



Occlusion



Reperfusion



TTC staining



应用1: 确定造模是否成功

小鼠大脑中动脉梗塞模型:
手术后应用激光散斑血流成像仪监测大脑皮层血流, 当看到大脑皮层血液血流降低70%~80%, 说明模型制备成功。

双侧颈动脉狭窄模型:
狭窄术后5min颈动脉血流下降 $60 \pm 10\%$ 为成模标准。
激光散斑血流成像检测大鼠额叶脑血流 (rCRF) 改变

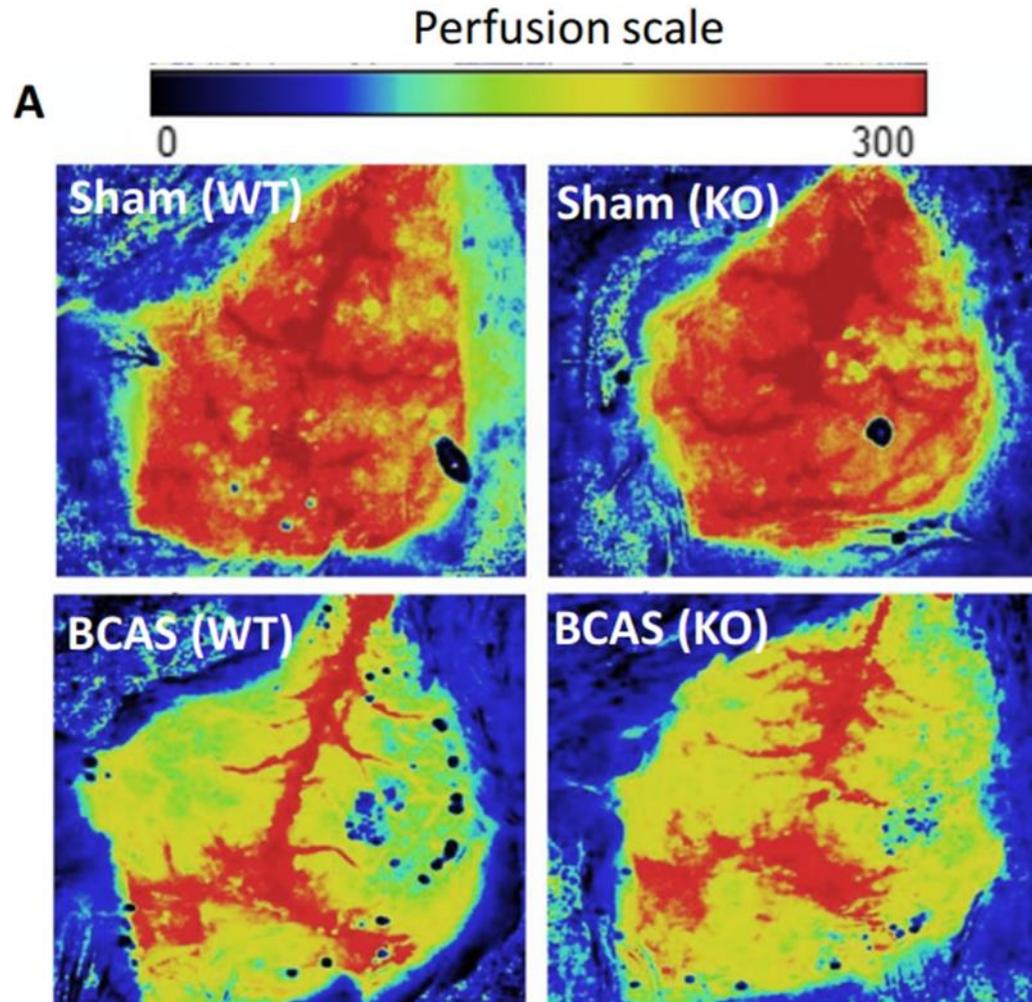
应用2: 观察脑血流量变化改变

双侧颈动脉狭窄模型相比Sham组血流量百分比。

瑞沃得官网

王金鑫. 应用双侧颈动脉狭窄术建立血管性认知功能障碍大鼠模型及病理机制初步探索[D]. 天津:天津医科大学,2020.

3.应用



应用1: 确定造模是否成功

小鼠大脑中动脉梗塞模型:
手术后应用激光散斑血流成像仪监测大脑皮层血流,当看到大脑皮层血液血流降低70%~80%,说明模型制备成功。

双侧颈动脉狭窄模型:
狭窄术后5min颈动脉血流下降 $60 \pm 10\%$ 为成模标准。
激光散斑血流成像检测大鼠额叶脑血流(rCRF)改变

应用2: 观察脑血流量变化改变

双侧颈动脉狭窄模型脑血流量相比Sham组血流量百分比。

瑞沃得官网

王金鑫. 应用双侧颈动脉狭窄术建立血管性认知功能障碍大鼠模型及病理机制初步探索[D]. 天津:天津医科大学,2020.

4. 动物操作

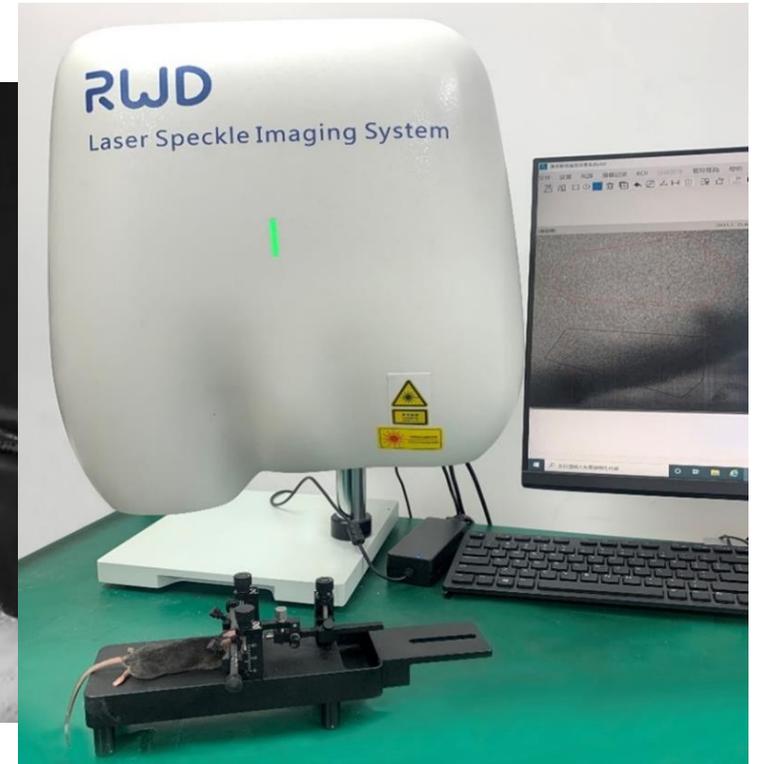
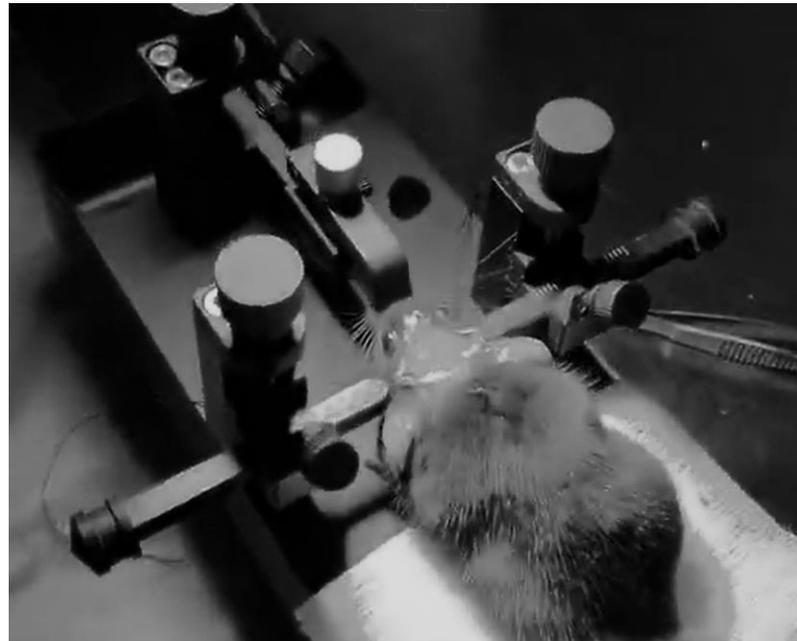


动物相关

1. 麻醉，剪毛
2. 充分暴露
3. 固定

注意事项

1. 保持暴露部分湿润，
2. 脑与定位仪持平，方向如图所示
3. 避免观察区域有毛遮挡。



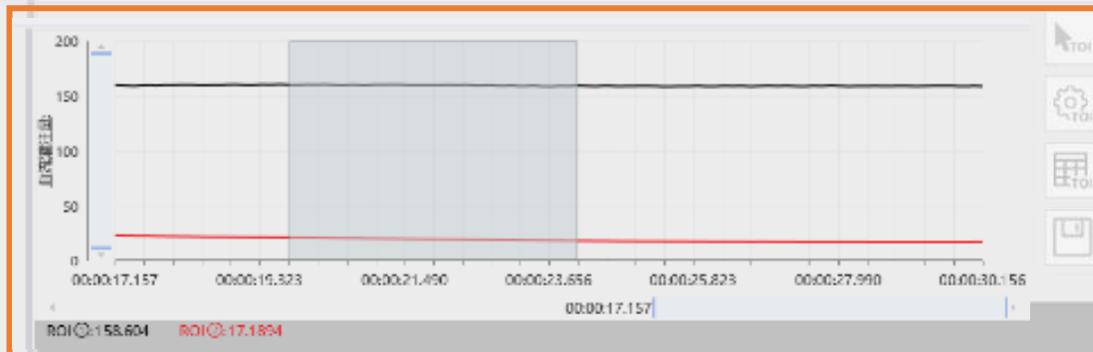
4. 机器操作



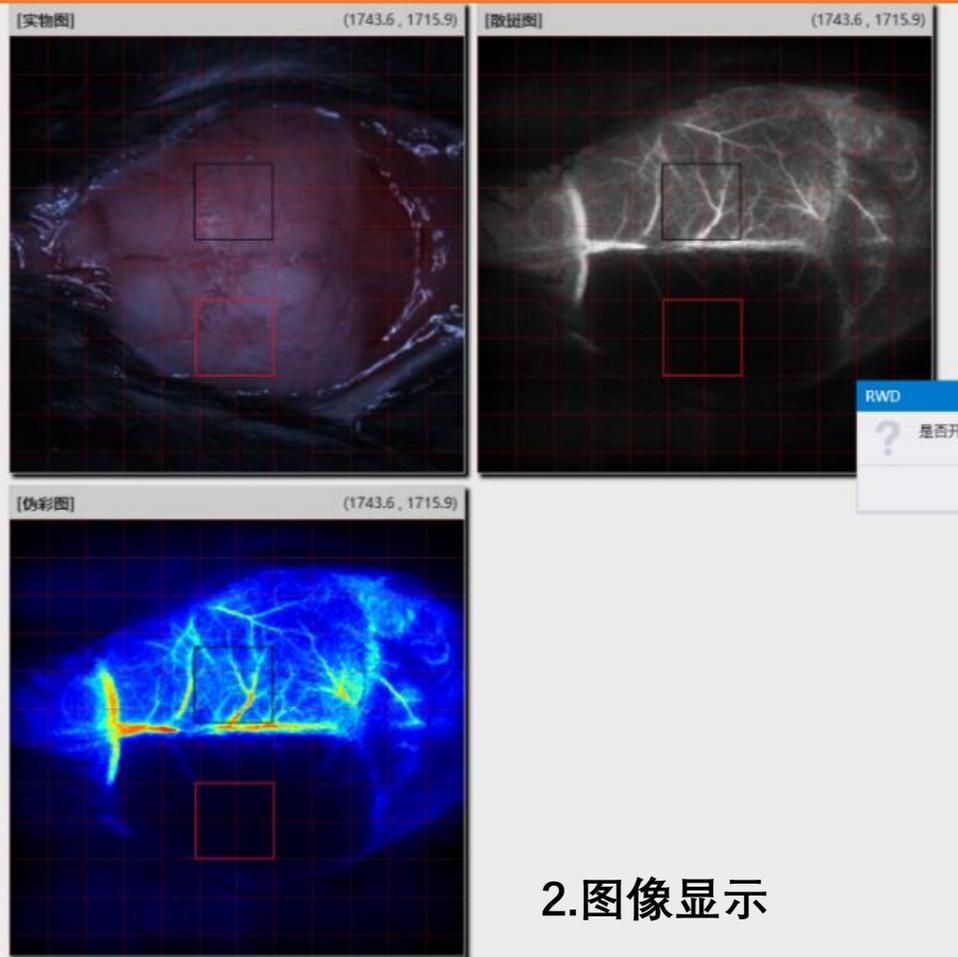
1. 操作菜单



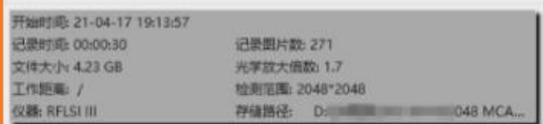
3. ROI区域定量显示



2. 图像显示



4. 文件信息显示



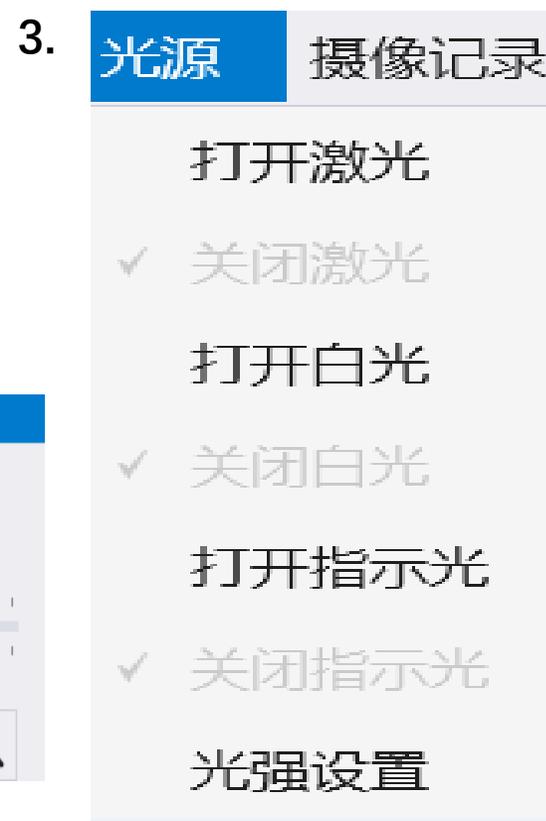
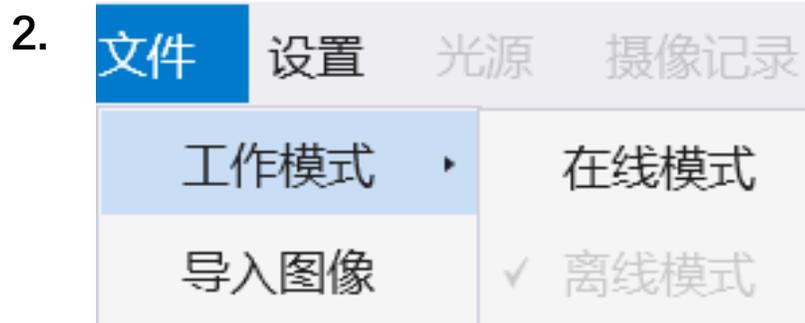
1. 开机，调整动物位置
2. 设置
3. 圈出ROI，并记录
4. 导出文件

4. 机器操作



一. 开机, 调整位置

1. 先开仪器, 再开电脑
2. 开启软件: [文件]→[在线模式],
3. 定位: [光源]→[打开指示光], 调整指示光红点位于样本上, 关闭指示光。
4. 调整放大倍数: [设置]→[放大倍数], 一般放大倍数为2.4X或2.5X
5. 进行自动对焦, 手动微调

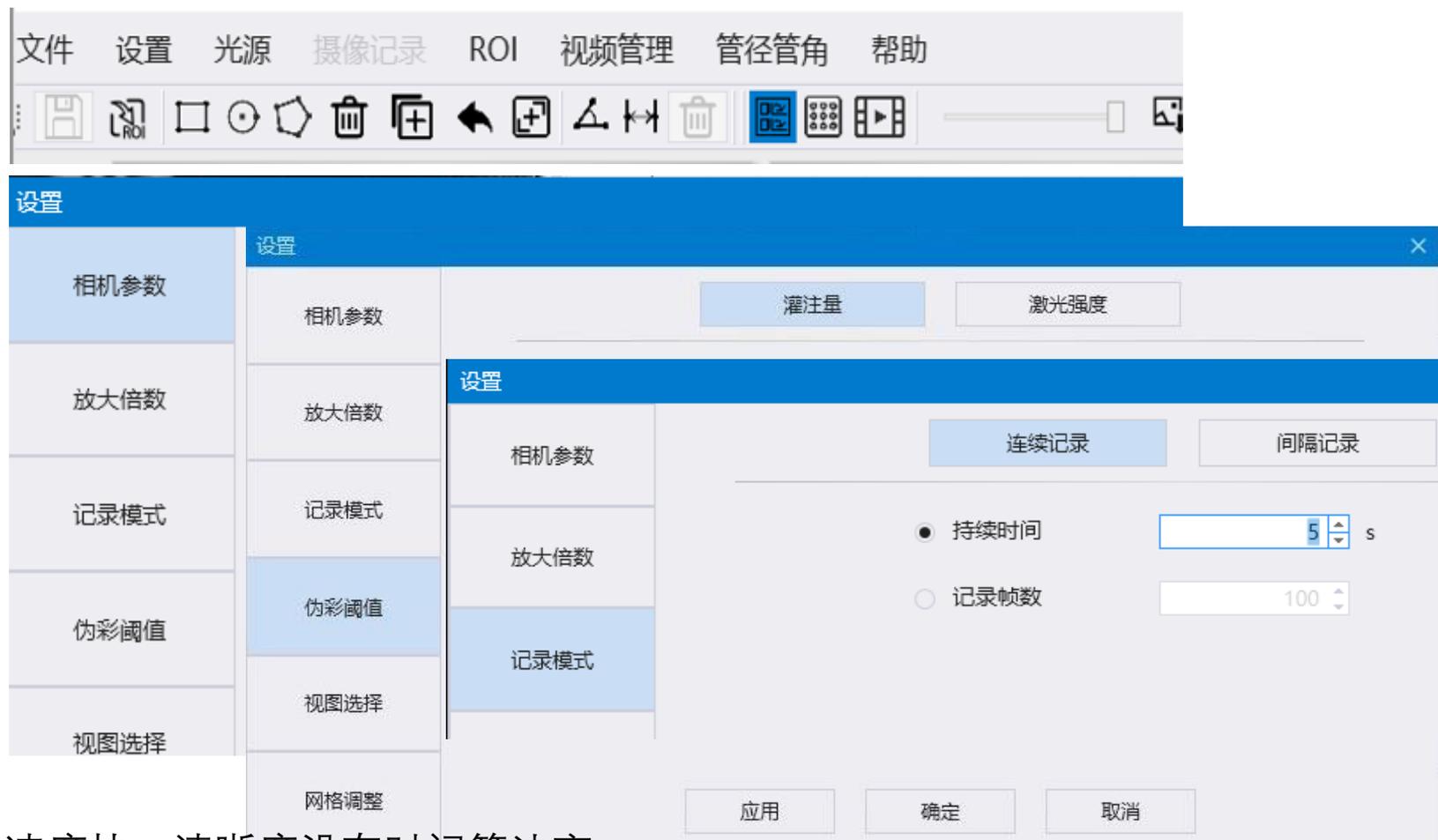


4. 机器操作



二. 设置

- 相机参数
- 放大倍数
- 记录模式
- 伪彩阈值



空间算法：响应速度快，清晰度没有时间算法高。

时间算法：图像成像清晰度高，响应速度相对慢。

相比2048×2048分辨率，512×512（全幅）分辨率占据更小小的数据存储空间，而成像质量基本一致。

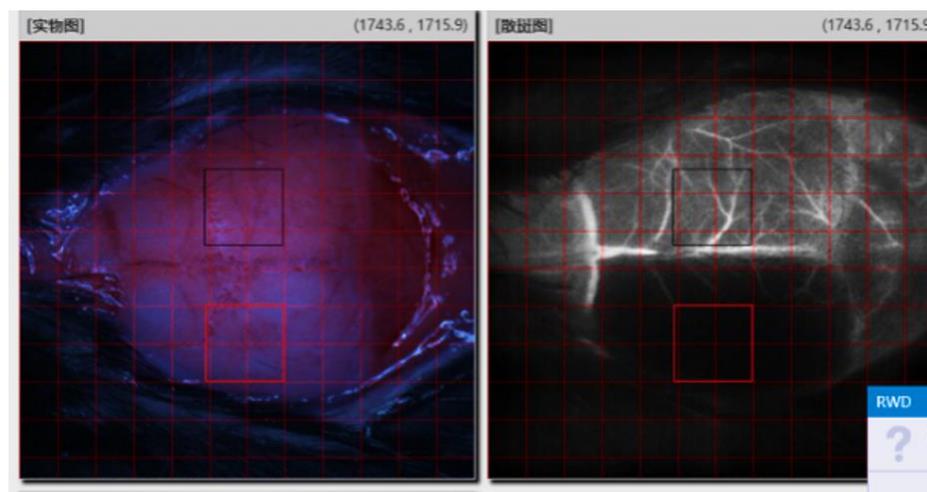
4. 机器操作



三. 设定感兴趣区域 (ROI)

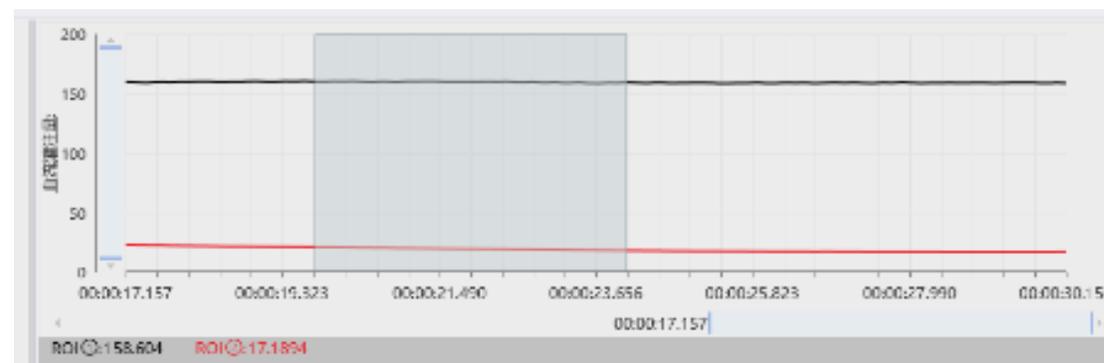
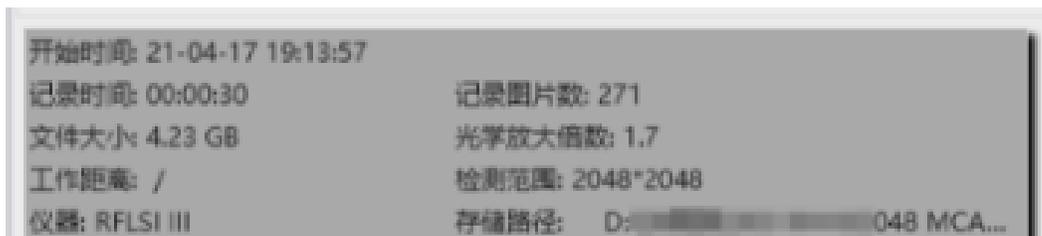
1. 绘制ROI区域
2. 导入之前的ROI区域

[文件]→[导入ROI] →选择之前的ROI



四. 记录

在菜单栏中点击摄像记录，选择保存路径开始采样。

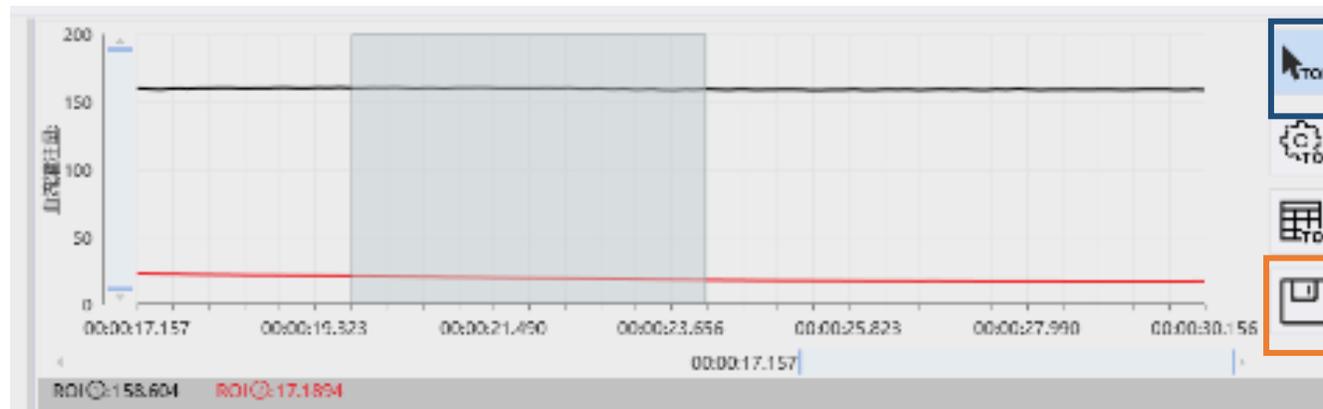


4. 机器操作



五. 数据导出

- 图像导出在记录时已选择路径保存
- 直接导出所记录的灌注量数据，点击保存
- 导出特定时段的灌注量数据。点击箭头，选中特定时间范围后保存。
(可导出至EXCEL)



TOI数据 (灌注量)								
ROI	TOI	帧数	均值	标准差	方差	最大值	最小值	中值
①	T1	32	158.94	0.36	0.13	159.89	158.37	158.79
②	T1	32	18.42	0.64	0.42	19.61	17.54	18.31

7楼的激光散斑位于716的西北角



激光散斑使用注意事项

- 1.使用请登记;
- 2.先开仪器, 再开电脑;
- 3.实验过程中短时间内不使用, 请选择“离线”模式;
- 4.仪器自带连接线及 U 盘请勿动;
- 5.数据储存在 E 盘, 禁止储存在其他盘及桌面, 及时使用“无病毒存储工具”拷走数据, **每周四清空**;
- 6.如遇故障请联系工程师 189 2746 5683, 并在登记本上标注。



谢谢大家!