

神经所脑功能成像平台 3T 磁共振成像系统

目录

常规安全指南.....	1
非磁场兼容性医疗器械的安全问题.....	1
高强磁场带来的安全问题.....	2
硬件系统带来的安全问题.....	4
紧急消防程序.....	6
火灾隐患的迹象.....	6
紧急消防程序.....	7
如果火势无法控制，无法用非磁性灭火器扑灭且发生在磁体间内，请直接联系消防部门，并通知园区保安。如果火警警报器此时还没有响，保安将拉响警报。.....	8
停电/掉电处理流程.....	10
停电/掉电后的启动流程.....	10

(王征组 毛静妍)

常规安全指南

SOP#: 200.01

非磁场兼容性医疗器械的安全问题

动脉瘤夹与磁场不兼容，因此任何装有动脉瘤夹的人员在进入设备前必须提前说明，并严禁越过 5Gauss 警戒线。

高强磁场带来的安全问题

- 1.1 3T 磁共振成像设备的强磁场，给身处该环境中的工作人员或访客带来了很大的潜在危害。医疗安全非常重要，每一个进入强磁场环境的人必须有风险意识。
- 1.2 任何带有特殊医疗器械，植入物以及其它与磁场不兼容物体的人员在进入设备前必须提前说明，在这些物体被安全移除之前，严禁越过 5Gauss 警戒线。在磁体间周围地面贴有警戒线标识。
- 1.3 所有的金属物品在强磁场内都有可能变成“子弹”，因为它们可能含有铁磁成分。因此，**严禁携带此类物品进入磁体间！**
 - 1) 平台工作人员负责对所有进入磁体间的物品进行检查，排除含铁磁成分的物件；
 - 2) 所有物品（已在磁体间内的除外）均不应带入磁体间，除非是实验操作的必需品且已提前通过磁铁测试，或已被平台工作人员的检查并批准进入；
 - 3) 有一些非铁磁性金属，包括钛，红铜，金，银，铝，黄铜和铅等，尤其需要引起重视，即使认为它们属于非铁磁性物质，也必须在进入磁体间之前经过测试并经过平台批准。
- 1.4 在进入 3T 磁共振成像设备的磁体间之前，强制要求摘去所有含金属的个人物品，包括（但不限于）：
 - ◆ 助听器
 - ◆ 假牙
 - ◆ 手机
 - ◆ 钥匙
 - ◆ 眼镜

- ◆ 假发
- ◆ 发夹
- ◆ 珠宝首饰（包括体环首饰）
- ◆ 手表
- ◆ 别针
- ◆ 回形针
- ◆ 信用卡/银行卡
- ◆ 磁卡
- ◆ 硬币
- ◆ 钢笔
- ◆ 小刀
- ◆ 指甲钳
- ◆ 带金属饰物的靴子/鞋
- ◆ 工具
- ◆

1.5 任何含铁磁成分的金属物体进入高强磁场内都有可能快速飞向磁体，严重伤害磁体附近的人并损坏设备。一旦发生该类事故，平台工作人员必须第一时间响应，对受伤者实施急救。

1.6 任何时候，都必须确保没有大的金属物体靠近磁体间或越过 5Gauss 警戒线(除非有平台主管的特别指示),这一点极其重要。含铁磁成分的大型金属物体如果太靠近磁体，将会飞向磁体，这种潜在的强大磁力，可能会严重伤害磁体附近的人并损坏设备。

- ◆ 如果因为含铁磁成分的大型金属物体如果太靠近磁体，使得有人被卡在磁体中，无法动弹甚至可能已威胁到生命，平台工作人员（如果平台工作人员也受困，则由其它实验人员实施急救）应遵循 SOP # 230-01“紧急事故处理措施”并第一时间响应，实施急救。

硬件系统带来的安全问题

1.7 3T 磁共振成像系统同样存在致命危险的电场。因此，MRI 系统的工作人员必须意识到这一点是很重要的，同时还要具备用电安全的常识。并且还存触电的危险，一旦发生触电可能导致人员严重的伤亡和 MRI 的损坏，因此只有经过专业培训的人才可以对磁体间的硬件、线路等进行更改和维护。

- ◆ 如果有人 3T MRI 磁体间内被电击而失去意识，停止呼吸并且没有脉搏，平台工作人员必须遵照 SOP # 210-01“紧急抢救”相应规程进行抢救。如果平台工作人员也触电，则由其它实验人员实施急救

1.8 设备正常运行时会产生强大的洛伦兹力，因此主磁场附近的电缆及其连接点非常容易受损。应定期关闭系统，避免长期使用机械疲劳导致的线缆破损。如造成电气拱，打火和过热，都会给工作人员的健康和火灾埋下安全隐患。

- 1) 如果发生火灾，平台工作人员必须遵循 SOP # 220-01“消防应急程序”。当平台工作人员在撤离磁体间时必须优先安排志愿者/患者撤离磁体，并树立自救意识，确保自身安全。如果当时志愿者/患者已经失去意识，停止呼吸并且没有脉搏，平台工作人员必须遵照 SOP # 210-01“紧急抢救”相应规程进行抢救。在所有人员安全撤离磁体间的前提下，再争取减小设备损失；
- 2) 如果火势无法被无磁灭火器遏制，平台工作人员必须及时通知

消防部门并遵循 SOP # 230-01“紧急灭火程序”。如果磁体仍未消磁，消防部门不能进入设备。

1.9 在某些类型的 MRI 数据采集过程中，会存在高频的、对听觉产生潜在危害的噪音。因此所有进入设备环境的人员必须意识到这一点，并做好相应的预防措施。所有患者、志愿者和研究人员在 MRI 成像的过程中进入磁体间，必须佩戴耳机或耳塞。

存在一定比例的被试者对较为封闭性空间有不适应的心理或生理反应，扫描程序的进行应参考被试的实际情况来调整。对不能完成扫描过程的被试，应及时中止扫描，移出扫描腔。

紧急消防程序

SOP#: 220.01

火灾隐患的迹象

- 1.1 火灾发生前都会有一些迹象，平台工作人员必须时刻注意这些迹象（包括磁体间、设备间和操作间），从而防止在扫描过程中，对志愿者/患者以及其它实验人员造成人身伤害。
- 1.2 火灾隐患的第一个迹象，是出现不规则的噪声，例如：很大的爆裂声或梯度声突然停止。强制要求平台工作人员确认发出这种不规则噪声的原因，否则不允许继续扫描。
- 1.3 第二个迹象往往是一种不易察觉的异常的气味。
- 1.4 火灾隐患的第三个迹象，是出现少量的烟雾。这些烟雾不足以触发烟雾探测器报警，所以，必须时刻注意是否有冒烟现象，这一点极其重要。一旦有人发现磁体间、设备间或操作间冒烟，即使烟雾探测报警器没有响，也必须立即按照下列程序进行操作。
- 1.5 最后一种情况就是烟雾探测器发出警报声，磁体间内的报警器也发出警报声。
- 1.6 上述任何一种情况下，操作者必须：
 - 1) 中断当前的数据采集；
 - 2) 将梯度放大器置于待机模式。相关程序详见 SOP # 320-01“3T 磁共振成像系统关机指南”；

- 3) 将志愿者/患者从磁体腔中移出；
- 4) 查找不规则噪声、异常气味或烟雾的源头；
- 5) 关闭磁体间房门，关闭中央空调循环风机；
- 6) 立即通知平台主管。

1.7 请务必牢记，任何由高温导致的气味和烟雾，都含有有害的化学物质，吸入会对人体造成危害。因此，请尽量减少你在磁体间中暴露的时间并关闭磁体间房门，以阻止有害气体向其它地方扩散。

紧急消防程序

1.1 确保自身和他人安全；

- 1) 通过敲击两个关机按钮中的任意一个，可切断磁体间及设备间的电源（但不会令磁体失超）。这些开关位于：
 - (a) 操作台左侧墙上最高的红色按钮。
 - (b) 磁体间内，在进前门的右手边。
- 2) 将志愿者/患者从磁体腔中移出。
 - (a) 按床边或西门子对讲机上的“EMERGENCY STOP”红色按钮进行解锁，然后抓住床尾的手柄，用力将床拉出。
- 3) 如果志愿者/患者失去意识，停止呼吸或呼吸困难，没有脉搏或者心脏不适，则按照 SOP#210-01“紧急蓝色警报程序”相关规程进行急救。
- 4) 控制火势

- (a) 无磁灭火器就摆放在操作间大门外的右侧，里面有 CO2 灭火器和泡沫灭火器。（请注意，截止 2012 年 10 月 2 日，操作间门外的灭火器不是磁体兼容的!!）
 - (b) 如果此时火团已像足球那么大，或火势无法得到控制，请不要靠近或试图去灭火，请按照下面第 4 步的流程操作。
- 5) 关闭磁体间房门，关闭增压风机（位于设备间）。
 - 6) 让人打电话给中科院神经研究所平台主管（021-54921713）说明刚才在 FBIP 3T MRI 设备中心发生了小火灾，火势可控，且目前已被扑灭。如果只有你一个人，请亲自打电话告知。

如果火势无法控制，无法用非磁性灭火器扑灭且发生在磁体间内，请直接联系消防部门，并通知园区保安。如果火警报警器此时还没有响，保安将拉响警报。

- 1) 撤离大楼，在大门处与消防部门会合。
 - (a) 告诉消防部门火灾事件的细节，包括起火的具体位置和磁体是否已经失超。
 - (b) 如果火灾发生在磁体间外面，且磁体没有失超，则必须提醒消防人员：因为存在高强磁场，消防人员绝不能将装备带进磁体间，否则将可能会对消防员或磁体周边的人造成严重伤害。
 - (c) 如果消防员认为必须要携带装备进入磁体间，请遵照

SOP#230-01 “紧急失超程序”操作。

立即通知平台主管跟进此事故。平台工作人员必须随即向中科院神经科学研究所提交关于此次事件的情况说明报告。

停电/掉电处理流程

SOP#: 330.01

停电/掉电后的启动流程

- 1.1 如果你对下列流程中的任何步骤无法确定，请勿继续，且立即平台工作人员。
- 1.2 万一突然发生断电或短暂电源失灵，380V 的电力供应就有可能丢失或瞬间两回路之间的切换。一旦此种情况发生，请注意以下几点：
 - 1) 请迅速检查操作间的开关机面板上的液氮指示灯是否熄灭，并发出警报声音？
 - (a) 如果否，请不用慌张，请正常中止扫描，移出被试对象（人或动物），参照正常 3T 关机操作流程，关闭 3T 系统；
 - (b) 如果是，说明液氮压缩机可能停止工作，请立刻按下对讲机上红色“Emergency Stop”，进入磁体间，手动用力拉出病床，将被试对象（人或动物）快速移出磁体间，然后参照正常 3T 关机操作流程，关闭 3T 系统。同时，安排其他在场人员立刻去设备间检查。
 - 2) 如果停电时，正在进行动物实验，请立刻检查动物机械呼吸机是否还在正常工作？如果否，请迅速找到备用 UPS 电源（通常位于云存储间），为呼吸机供电，并时刻注意动物的生理状

态如血氧饱和度、呼出二氧化碳含量、心率等，并立刻通知相关研究组老师。

3) 进入 3T 设备间，右手边有两个配电柜，其中：

(a) 配电柜 1（以下称主配电柜）为主磁体系统供电，具备双回路设计；检查配电柜面板上的电源指示灯（N，R）是否全部熄灭：

- ◆ 如果仍有一路未灭，且合闸指示灯亮，说明可以正常供电，但为了安全考虑，请尽快回到操作间将系统按照正常流程关机，随后通知平台主管或后勤管理人员李悦老师，待两路电源全部正常通电后，再开机实验；
- ◆ 如果全部熄灭，请立刻打开西门子水冷压缩机柜，手动将液氮压缩机的开关旋至“off”位置。此时，回风口上方悬挂的 UPS 指示灯应该是“一亮一灭”状态（正常供电时“全亮”），并立即通知平台主管或后勤管理人员李悦老师；

(b) 配电柜 2（以下称辅配电柜）为配套设备系统（水冷机、空调）供电：

- ◆ 如果此面板上指示灯处于“亮”的状态，无须进行任何操作；
- ◆ 如果此面板上指示灯熄灭，请立刻通知平台主管或后勤管理人员李悦老师。同时，快速检查其它各个机柜上的指示灯处于“亮”或“灭”的状态；
- ◆ 如果水冷机预计关闭半小时以上，需要到设备间左手边最靠里面的机柜后面，将水冷循环手动切换为自来水降温，

即按照机柜内侧黏贴的指示，关闭 1、2、4 阀门，打开 3、5、6 阀门；

- ◆ 注意：如果此时需要完成关机流程，请按照下面步骤关闭 3T 设备间内的射频功率放大器：

(a) 将 **CB2** 开关切换至“OFF”

(b) 将 **CB1** 开关切换至“OFF”

- 4) Trio-whole body 和 AC88-gradient insert 的主机都带有 UPS 不间断电源系统，不论发生双回路同时断电或者其中一回路断电，请参照正常的 3T 系统关闭操作流程进行关机。

- 1.3 在进行下一步操作之前，应确保系统已全部关机。遵照 SOP # 320-01：“3T 磁共振成像系统关机指南”相关规程，保证已完成全部系统关机。

- 1.4 通常情况下，电力供应恢复时，配电柜应该自动合闸（注意检查配电柜面板下部的合闸指示灯的状态），恢复供电。如果配电柜面板上部的电力供应指示灯处于点亮状态，但是下部的合闸指示灯处于熄灭状态，此时需要手动恢复 380V 电源供应。

- ◆ 注意：如果进入设备间的检查或实验人员不确信现在是否应该进行下面的操作，请暂停任何动作，参考设备间和操作间墙壁上的联系电话，立刻通知平台主管或后勤管理人员李悦老师。

- 1.5 手动恢复供电操作流程：

- 1) 检查并确认射频放大柜上的 **CB1** 和 **CB2** 开关处于关闭状态；

- 2) 检查并确认回风口上方的主机 UPS 电源只有一个指示灯处于点亮状态；
- 3) 检查并确认液氮压缩机的开关处于关闭状态；
- 4) 检查并确认水冷机、中央空调上的面板无任何显示，机柜未发出工作时的响声，全部处于关闭状态；
- 5) 检查并确认主配电柜上部的指示灯（至少其中之一，或者全部）处于点亮状态，表明电力供应至少已经恢复了一个回路或者两个回路都已恢复；
- 6) 完成全部以上步骤后，再按下配电柜下部的红色“合闸”按钮。此时，回风口上方的主机 UPS 电源上的指示灯应该全部点亮。请在按下“合闸”按钮的 3~4 分钟后，再手动开启液氮压缩机；
- 7) 检查并确认辅配电柜（体积较小的那个）上部的指示灯处于点亮状态。如果是，请检查水冷机和中央空调系统是否已经自动开启。

注意：恢复供电时，这两个系统可能需要手动恢复工作。另外，如果是水冷机停止供电时间超过 5 小时，请查阅紧急联系方式，通知依米康公司的售后人员前来恢复系统工作！