



# 卫生新技术信息报告

## HTA Alert

卫生部卫生技术评估重点实验室（复旦大学） 编

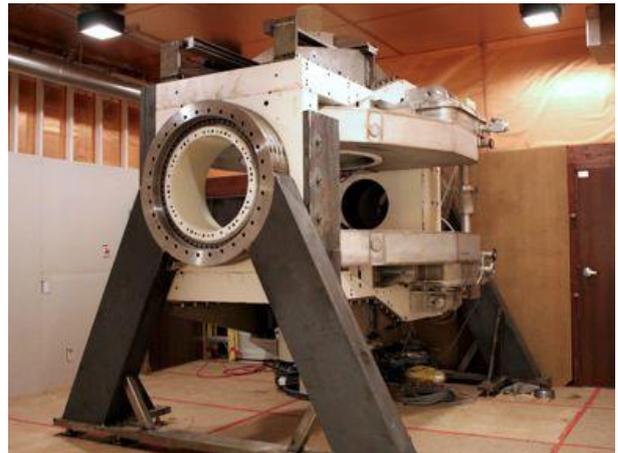
**技术名称：** MRI 引导的放疗系统 (Linac MR)

### 技术概况：

核磁共振能提供高分辨率的软组织解剖信息，在放射治疗中核磁共振可被用于肿瘤的描述、描画和反应评估等各个阶段，也可被用作在线的治疗引导。加拿大阿尔伯塔省埃德蒙顿十字癌症研究所（CCI）、荷兰乌特勒支大学医学中心（UMC Utrecht）放射治疗系都开展了将核磁共振与直线加速器相结合的 MRI 引导的放射治疗系统的研究。

#### 1、加拿大阿尔伯塔省埃德蒙顿十字癌症研究所（CCI）开发的 Linac MR 系统

Linac MR 系统是由加拿大阿尔伯塔省埃德蒙顿十字癌症研究所（CCI）正在开发的一个结合了核磁共振的影像功能与直线加速器的放射治疗功能的设备。其能够为需要接受放射治疗的身体任何部位提供立体定向放射治疗、图像引导的调强适形放射治疗及三维适形放射治疗。该系统目前还在开发完善中。



CCI 从 2005 年开始 Linac MR 系统的开发研究，2008 年建立了第一代的模型，2013 年建立了第二代模型。该系统主要由直线加速器与核磁共振设备组成，系统工作时同心安装的 6MV 直线加速器在横断面上随着一个双排的 0.5T 核磁共振旋转。核磁共振的 B<sub>0</sub> 场与直线加速器的中心轴平行

Linac MR 系统的主要特点为：1、有一个 6MV 的直线加速器；2、在放射治疗过程中能同时获得高质量的核磁共振图像；3、直线加速器与核磁共振在平行架构中同步旋转，可避免强烈角度依赖的匀场，可避免出束口和组织表面的剂量增加；4、能治疗各种类型的肿瘤，包括外周肿瘤（包括肺癌）；5、免冷冻剂的超导磁铁不需要氦通气孔；6、开关磁场只需要几分钟。

2014 年 7 月，Linac MR 系统获得了对志愿者拍摄的第一张核磁共振影像，对放射治疗组件的测试还在进行中。

#### 2、荷兰乌特勒支大学医学中心（UMC Utrecht）开发的 MRI-linac 系统

MRI-linac 系统是由荷兰乌特勒支大学医学中心与瑞典 Elekta 公司及荷兰飞利浦公司合作开发的 MRI 引导的放疗系统。其第一代原型为 1.5T 的核磁共振与 6MV 的直线加速器相结合。现在升级后的第二代原型为 1.5T 的核磁共振与 8MV 的直线加速器相结合，所有的组件

都安装在直径为 4 米的钢环中。该系统还在开发验证中。

#### 技术的潜在影响:

当前的影响引导放射治疗系统融合有 EPID、锥形束 CT 以及螺旋断层 CT 等装置, 它们依赖于 X 射线产生二维的 X 线平片或三维的 CT 图像以实现放射治疗前或治疗间隙中的影响引导。X 线平片系统可以在治疗前获取二维的 X 线平片, 据此验证摆位的准确程度和观察解剖结构的变化, 但 X 线平片具有较低的对比度和分辨率, 有诸多局限性。CT 图像扫描系统可以在治疗前或治疗间隙短时间内获取病人靶区图像, 并根据重建的图像重置病人体位, 但该系统无法再治疗过程中获取任何的图像信息以应对治疗过程中靶区的位移变化, 使放射线跟踪肿瘤位移实现真正的精确放疗。

MR 与 Linac 相结合的系统不仅可以获取高质量的三维图像, 而且可以在治疗过程中产生图像流, 这个功能可以帮助治疗者快速准确地判断肿瘤组织以及周围结构的大小是否发生了变化从而可以相应调整治疗计划。由于系统能产生图像流, 使治疗过程中实时跟踪肿瘤成为可能, 放射束可以根据肿瘤位置的移动而作出相应的移动。MR 与 Linac 相结合的系统可以使放射治疗时放射束能对肿瘤的定位更精准, 可以加大放射剂量而对周围组织的副作用较轻, 从而提高放射治疗的精确性。而且, 系统还可以对目前无法进行常规放疗的肿瘤如肝癌、胃癌、胰腺癌等进行放疗。

#### 证据:

加拿大阿尔伯塔省埃德蒙顿十字癌症研究所 (CCI) 开发的 Linac MR 系统以及荷兰乌特勒支大学医学中心 (UMC Utrecht) 开发的 MRI-linac 系统, 目前都还在原型开发及完善阶段, 尚未有相关临床研究证据。

#### 已发表的相关论文:

- a) Reynolds M, Fallone BG, Rathee S. Dose response of selected solid state detectors in applied homogeneous transverse and longitudinal magnetic fields. *Medical Physics*, 2014; 49(9):092103
- b) Tang F, Lopez HS, Fresche F, et al. Skin and proximity effects in the conductors of split gradient coils for a hybrid Linac-MRI scanner. *Journal of magnetic resonance*, 2014; 242:86-94
- c) Smit K, Sjolholm J, Kok JG, et al. Relative dosimetry in a 1.5 T magnetic field: an MR-linac compatible prototype scanning water phantom. *Physics in medicine and biology*, 2014; 59(15):4099-109
- d) Crijns S, Raaymakers B. From static to dynamic 1.5T MRI-linac prototype: impact of gantry position related magnetic field variation on image fidelity. *Physics in medicine and biology*, 2014; 59(13):3241-7
- e) Fallone BG. The rotating biplanar linac-magnetic resonance imaging system. *Seminars in radiation oncology*, 2014; 24(3):200-2
- f) Santos DM, St Aubin J, Fallone BG, Steciw S. Magnetic shielding investigation for a 6 MV in-line linac within the parallel configuration of a linac-MR system. *Medical physics*, 2012; 39(2):788-97
- g) St. Aubin J, Steciw S, Kirkby C, Fallone BG. An integrated 6 MV linear accelerator model from electron gun to dose in a water tank. *Medical Physics*, 2010; 37(5):2279-88

- h) Kirkby C, Stanescu T, Rathee S, et al. Patient dosimetry for hybrid MRI-radiotherapy systems. *Medical Physics*,2008; 35(3):1019-27

完成日期: 2015 年 6 月 30 日

信息来源: 本卫生新技术信息报告基于时间有限的网络搜索