

低剂量技术进展

飞利浦医疗保健事业部

【中图分类号】R814.3 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2011)10-1110-02

CT 目前已经成为临床诊疗过程中的重要影像检查手段, 对其提供信息的空间分辨率和密度分辨率医生比较满意, 因此在临床上的应用频率呈逐年上升趋势。根据全美医疗机构审查委员会(U. S. Joint Commission)的最新数据显示, 过去 20 年期间, 在美国 CT 年检查总数量提升了将近一倍。由于 CT 属于 X 射线检查设备, 随着检查数量的增加在带来精确检查信息的同时也带来了越来越大的射线辐射风险。因此做为一个以技术创新为核心并有社会责任感的设备供应商, 对于 CT 低剂量技术的研发, 飞利浦从来都没有停下脚步。

从发出 X 射线的射线源, 到射线路径以及探测器采集信息过程, 最终到数据信息的重建, 针对每一个环节飞利浦的工程人员都在努力研发降低剂量的技术。飞利浦在 CT 系统设计过程中一直秉承 ALARA(as low as reasonably achievable)原则, 因此不断有新的低剂量技术推出。



降低剂量的努力无处不在

1. 在射线源头减低剂量——球管电流实时动态调节技术

由于患者体型的差异以及人体各个部位对于放射线吸收明显不同, 因此选择合适的电压、电流可以避免不必要的辐射并且同时保证图像质量。从 2000 年开始, 飞利浦推出了 DoseRight 剂量调节技术, 针对 X 射线源头来进行剂量调控。随着技术的不断完善, 目前 Dose Right 包括了全自动智能电流选择技术(automatic current selection, ACS)、X-Y 平面动态电流调节技术(dynamic angular dose modulation, D-DOM)、Z 轴动态电流调节技术(Z-axis dose modulation, Z-DOM)和心电触发动态电流调节技术(cardiac eCG triggered dose modulation), 针对各种扫描有完善的解决方案。

全自动智能电流选择技术(automatic current selection, ACS): 由于患者体型存在较大差异, 应用相同的 mAs 是不合适的, 那么如何进行选择呢? ACS 技术可以根据定位相情况, 自动推荐出最佳的 mAs 值, 既保证不影响图像质量又不出现剂量浪费, 从而使 CT 检查方案得到优化。

X-Y 平面动态电流调节技术(dynamic angular dose modulation, D-DOM): 由于人体各个部位对于放射线吸收明显不同,

当扫描 X 线吸收较强的部位时应用满功率球管曝光以保证图像质量, 而当扫描对 X 线吸收较弱的部位或者非本次检查主要观察部位时, 球管自动降低电流以降低剂量。D-DOM 可以在球管旋转到不同角度时, 根据被照射组织对 X 线吸收的强弱动态调节球管曝光强度, 以达到更好的图像质量与辐射剂量平衡。通过应用 D-DOM 技术, 检查剂量可以降低 10%~40%。

Z 轴动态电流调节技术(Z-axis dose modulation, Z-DOM): Z-DOM 技术与 D-DOM 技术是相对应的, 在螺旋扫描 Z 轴不同位置时, 根据被照射组织对 X 线吸收的强弱动态调节球管曝光强度。应用 Z-DOM 技术可以使检查剂量降低 20%~50%。通过 Z-DOM 技术与 D-DOM 技术的联合应用, 可以达到在扫描过程中实时动态调节球管曝光强度的作用, 使图像质量与辐射剂量达到最佳的平衡。

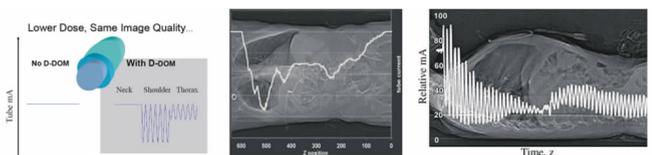
心电触发动态电流调节技术(cardiac ECG Triggered dose modulation): 心电触发动态电流调节技术是为回顾性心电门控扫描而设计的球管曝光强度调节技术。由于回顾性心电门控心脏冠脉扫描中并非所有心电时相的数据都用来重建最终的图像, 因此应用心电触发动态电流调节技术之后, 在所需要的心电时相时球管进行 100% 强度曝光, 而在非所需心电时相时, 球管自动调节成 20% 强度曝光。这样, 既不会影响最终的图像质量, 同时可使辐射剂量降低幅度最高达 45%。当然, 在心脏冠脉扫描中还有前瞻性心电门控扫描这种扫描方式可以减低剂量。

2. X 射线路径上降低剂量——智能滤线系统技术

在球管发出 X 射线之后, 并非所有的射线都是成像需要的, 而且在非检查部位我们需要屏蔽无效照射。因此, 智能滤线系统技术可以帮助我们在 X 射线路径过程中去除无意义的辐射。飞利浦的智能滤线系统主要包括 IntelliBeam Filters, SmartShape wedge filters, Eclipse filter 等。

IntelliBeam Filters 和 SmartShape wedge filters: 是联合应用的, 可以改善射线质量、去除对成像没有意义的混杂射线。

IntelliBeam Filters 主要是针对射线中光子能量选择的技术。目前, 当我们在 CT 设备上选择球管扫描电压后(80、100、120、140kVp), 球管发射的 X 射线是由不同能量光子组成的。其中低能量的光子穿透能力弱(俗称软射线), 可能增加皮肤剂量且对成像没有作用, 而只有高能量的光子则会降低对比度。因此对于由混杂能量光子组成的 X 射线, 我们需要根据扫描的

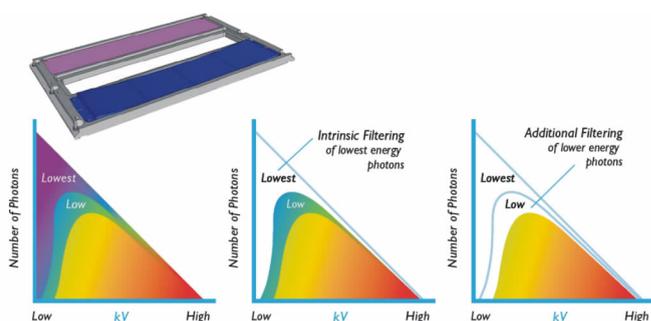


D-DOM

Z-DOM

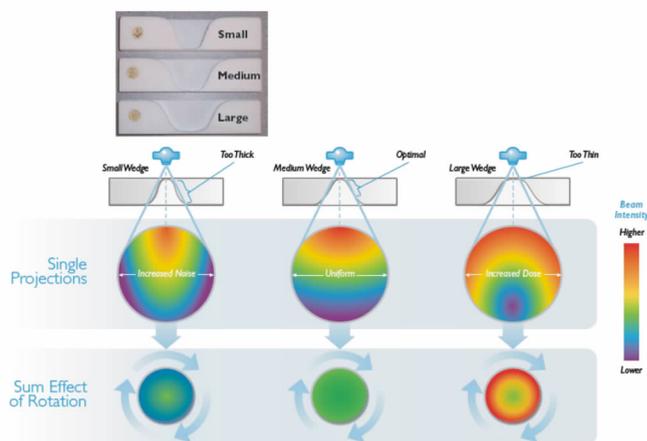
D-DOM & Z-DOM

需要来不同程度地去除掉过低能量的光子。IntelliBeam Filters 技术会根据我们确定的扫描方案,来自动选择最合适的过滤范围。

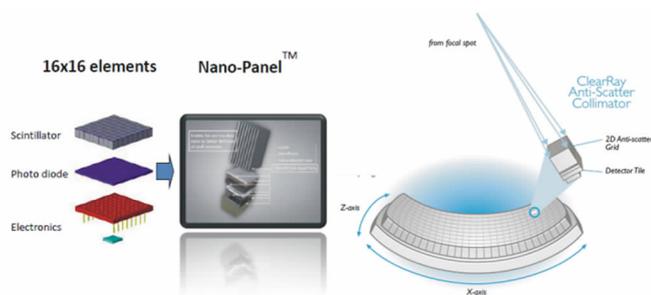


SmartShape wedge filters 技术可以根据扫描视野的大小及检查需求,选择合适的射线分布。这样,无论成人检查还是儿童检查,体部检查还是心脏检查,都能使射线质量与检查目的相匹配。

Eclipse Filter——月食动态准直器:随着多排螺旋 CT 的发展,增加探测器覆盖能力,提高容积扫描速度,对临床很多复杂检查来讲是必备的基础。但是随着探测器的增宽,由于探测器锥形线束角度的增大,在螺旋扫描的起始部分和结束部分产生的非被检部位被辐射的面积也同时增大。因此,在设计更宽的探测器同时,必须考虑如何来屏蔽非被检部位受辐射的问题。飞利浦在研发 Brilliance iCT 时,专门针对宽体探测器研发了 Eclipse 月食动态准直器。通过动态准直器与扫描系统的匹配应用,可以完全屏蔽无效区域受辐射的问题,避免受检患者接受到检查目的之外的无效射线辐射。



3. X 射线信息采集过程降低剂量——纳米探测器及 TACH2 芯片 DAS 系统



Nano-Panel™ 纳米球面探测器: Nano-Panel™ 纳米高集成探测器技术,实现将传统 CT 探测器组件高度集成于一个模块,每 Nano-Panel™ 都相当于 256 个传统 CT 的探测器单元,它的集成水平与其它产品相比为 1:8。并且 Nano-Panel™ 探测器采用了球面排列,在探测器 Z 轴上的每个探测器模块均垂直于球管光源。这种设计使 Nano-Panel™ 成为唯一一种可以使用三维滤线器来同时过滤 X-Y-Z 三轴的 X 线散射线的探测器。这种探测器设计提高了 X 线几何接收效率,降低了线阻和 X 线散射射线噪声。

TACH2 数字芯片 DAS 采集系统:随着探测器排列的增加,CT 获取的数据量呈几何级数增长,而以前以 DAS 板为基础的数据处理系统的数据处理能力已经难以应对。飞利浦最新 TACH2 技术应用单一芯片即可代替传统多块 DAS 板。消除了探测器后面庞大的数据采集柜,将 TACH2 芯片直接装配在探测器上,最大程度上减少引线的数量和传输距离,大幅度降低了电阻、发热、电磁干扰等减低信噪比的痼疾。

Nano-Panel™ 纳米球面探测器与 TACH2 数字芯片 DAS 采集系统的联合应用大幅度提升了数据采集及传输的能力,从而降低了对 X 射线的依赖,进一步降低了检查的辐射剂量。

4. 数据重建系统的革命——星光 iDose⁴

通过前文所述,我们看到从 X 射线的产生、路径到接受,各个环节都已经有了降低剂量的技术,那么还可以从什么环节来进一步发展低剂量技术呢? 研发人员把目光集中到了 CT 的数据重建系统。CT 是把采集的信号重建成图像的计算机系统,如何减少重建图像质量对于信号数据量的依赖,成为了未来一段时间的核心关注点。可以说,改变重建方式将是 CT 的第二次革命。飞利浦推出的全新第四代重建技术——星光 iDose⁴,在临床测试中展现了强大的应用前景,那么我们会对这一新的技术革命进行专题讨论(详见星光 iDose⁴ 专题)。

综上所述,飞利浦对于 CT 低剂量技术的研发一直持续投入,对于每一个影响检查剂量的环节,都进行了细致地研究并推出了众多的创新技术。相信这些有价值的创新,能够最终使用户受益,使患者受益。

(收稿日期:2011-09-30)