

论 著

肝脏螺旋CT低剂量扫描与图像质量相关性的实验研究

1. 广西医科大学第一附属医院放射科 (广西 南宁 530021)
2. 广西医科大学第四附属医院放射科 (广西 柳州 545005)

林盛才¹ 赵海波²

【摘要】目的 探讨肝脏CT低剂量扫描参数与其图像质量的相关性。**方法** 使用不同管电流和不同螺距对同一动物的肝脏行CT扫描, 毫安分别选择20-300mA的不同数值, 螺距选用0.516和1.375两种, 分析管电流和螺距与图像质量和辐射剂量的关系。**结果** 由20mA至300mA, 容积CT剂量指数(volume CT dose index, CTDIvol)和剂量长度乘积(dose length product, DLP)呈线性比例增加, 20mA-140mA是300mA所得CTDIvol/DLP值的6.67%-46.7%;在管电流不同mA值的情况下, 螺距0.516:1得到的CTDIvol、DLP有统计学差异($P < 0.05$), 螺距1.375:1得到的CTDIvol、DLP有统计学差异($P < 0.05$)。**结论** CTDIvol与电流大小呈线性正相关, 通过电流的变化来控制CTDIvol的大小, 在图像质量满足诊断要求的前提下, 控制电流在250-300mA, 螺距为1.375:1, 可使辐射剂量最低。

【关键词】 体层摄影术; X线计算机, 低剂量; 图像质量; 辐射剂量

【中图分类号】 R445.3

【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2016.10.021

通讯作者: 林盛才

An Experimental Research of the Correlation between Hepatic Spiral CT Scan of Low Radiation Dose and Image Quality

LIN Sheng-cai, ZHAO Hai-bo. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Nanning 530021, Guangxi Province, China

[Abstract] Objective To explore the correlation between the CT scanning parameters of liver spiral CT and its image quality. **Methods** To use different tube current from 20 mA to 300 mA and pitch of 0.516 and 1.375 on the same animal liver by helical CT scanning, and to analyze the correlation among tube current, pitch, image quality and radiation dose. **Results** From 20 mA to 300 mA, CTDIvol and DLP had linear proportional increase, the CTDIvol/DLP value of 20mA-140 mA was 6.67% to 46.7% of that of 300 mA. Comparing the different condition of tube current, the difference of CTDIvol, DLP was statistically significant when pitch was 0.516:1 and 1.375:1 ($P < 0.05$). **Conclusion** CTDIvol had a positive linear correlation with the change of tube current. The image quality can be ensured and the radiation can be reduced by control the tube current between 250 to 300mA and the pitch of 1.375:1.

[Key words] Computed Tomography; X-ray Computed; Low Dose; the Same Body; Image Quality; Radiation Dose

CT检查的人数及次数迅速增加, 同时亦显著增加了放射诊断医疗照射剂。较高剂量辐射引起患者生物学危险性变化, 尤其是致癌的潜在危险性虽尚存在争议, 不过, 最大限度地保护患者是十分必要的。故在2005年的RSNA会议上, 降低扫描剂量是热点问题之一, 主要探讨如何降低MSCT的射线剂量和如何有效地保护患者。因此, 如何在辐射剂量与诊断图像质量之间找到最佳平衡点成为国内外放射学工作者面临的重要课题。螺旋CT肝脏的扫描所占检查比例较大, 本研究分析肝脏CT扫描不同参数与辐射剂量、图像质量相关性, 探讨不降低肝脏病变CT诊断质量的前提下, 尽量减低辐射剂量的CT扫描技术。

1 材料与方法

1.1 一般资料 研究对象: 选取一只长白猪, 体重分别为56.4kg, 进行腹部的不同扫描参数的螺旋CT检查。美国GE公司生产Light speed 64(VCT)层螺旋CT扫描仪, 氯胺酮2ml, 0.3g沈阳兽药厂生产, 戊巴比妥钠溶液(10mg/ml)。

1.2 实验方法及扫描参数 实验猪在实验当天禁食、麻醉, 首先肌肉注射麻醉剂氯胺酮15mg/kg, 静脉注射戊巴比妥钠20mg/kg, 待实验用猪角膜反射迟钝、呼吸平稳后, 俯卧于CT扫描床上, 固定头颈部、双前肢、胸部及腹部的位置, 下肢伸直, 保持正中矢状面垂直扫描床, 使用专用绑带固定, 具体扫描参数如下: 使用120kv, 0.6s/r, 扫描层厚5mm, 螺距0.516:1, 重建层厚1.25mm等参数不变, 分别使用20mA, 40mA, 60mA, 80mA, 100mA, 140mA, 180mA, 220mA, 250mA, 300mA对实验动物同一区域扫描, 共获得10组数据。再把螺距更改为0.375:1, 再次获得10组数据。探测器覆盖(Detector Coverage): 40; 采集层厚(Thickness): 5mm; 球管旋转时间(Rotation Time): 0.6rot/s; 进行以上10组扫描。

1.3 辐射剂量评价 组间辐射剂量比较记录由机器自动生成的容积CT剂量指数[CTDIvol值(mGy)], 剂量长度乘积[DLP(mGy/cm)], 见图1-2。

1.4 统计学分析 使用SPSS 18.0软件, 计量资料使用t检验, $P < 0.05$, 为差异具有统计学意义。

2 结 果

两种螺距、不同mA条件下的CTDIvol和DLP 20mA至300mA, CTDIvol和DLP呈线性比例增加, 20mA-140mA是300mA所得CTDIvol/DLP的(6.67%~46.7%), 比较不同mA的情况下, 螺距0.516:1, 得到的CTDIvol、DLP有统计学差异($P < 0.05$)。螺距1.375:1得到的CTDIvol、DLP有统计学差异($P < 0.05$)。见表1, 图3-6。

3 讨 论

国内外许多学者都围绕管电流和螺距做实验研究, 分析其与图像质量的相关性。在不同扫描条件下, 影响CT图像质量的参数主要有剂量、噪声、层厚、空间分辨力、密度分辨力等^[1], 本研究主要分析辐射剂量与噪声对图像质量的影响。郑敏文等^[2]研究表明在Pitch值、管电压不变和扫描时间固定时, 辐射剂量与管电流成正比, 本组研究也证实了这种观点, 同时证明了在mA值、管电压、扫描长度不变的情况下, 增大Pitch值, 扫描时间会缩短, 患者所受辐射剂量值CTDIvol、DLP会降低, 本组中在同是300mA下, 螺距由0.516变为1.375时, CTDIvol从28.83mGy降低为10.81mGy, DLP从969.3mGy.cm降低为388.69mGy.cm, 分别降

低了62.5%和57.9%。虽然增加Pitch值可以减少扫描时间, 从而减少辐射剂量, 但是Pitch增大会使图像的Z轴空间分辨率下降^[3]。本组研究使用美国GE公司的light speed 64 VCT, 选择了其中两组螺距0.516和1.375, 扫描同一范围时, 螺距小, 采集图像时间较长, 辐射剂量也较大, 相反, 螺距大, 图像采集时间短, 辐射剂量较小, 但是密度分辨率就低于小螺距的, 相同mA下, 图像质量的目测评分也较低。本组研究结果表明在0.516:1的螺距下, 300mA-20mA的CTDIvol为28.83mGy-1.92mGy, DLP为969.330mGy.cm-64.62Gy.cm; 在0.375:1螺距下, 300mA-20mA的CTDIvol为10.81mGy-0.72mGy, DLP为388.69mGy.cm-25.91Gy.cm, 且呈线性比例, 随着mA的增加, 辐射剂量增加, 20mA-140mA是300mA所得CTDIvol/DLP的(6.67%-46.7%), 低剂量CT扫描能够大大的降低了患者所受到的辐射剂量。在60mA以下时, 辐射剂量达到较低的水平, 但是图像质量下降较大, 图像颗粒增加, 有条形伪影, 当螺距从0.516:1变为1.375:1时, CTDIvol/DLP相应变小, 增加螺距, 大大的降低了患者辐射剂量。综合选择可以把

低剂量组选择在螺距0.516:1和220~250mA、螺距1.375和250-300mA, 但是当使用0.516的螺距时, 相同扫描范围内, 实验猪所受到的辐射剂量是螺距1.375的2倍, 所以螺距为1.375和250mA-300mA为最佳的肝脏低剂量CT扫描参数。

傅强等^[4]使用管电压为100kV, 管电流分别取250mAs、300mAs、350mAs、400mAs和450mAs, 与管电压120kV、管电流为300mAs做比较, 得出可以使用100kV、350mAs可以降低辐射剂量。Hopper等^[5]使用螺旋CT扫描低剂量80mAs-125mAs与常规剂量的350mAs进行比较, 低剂量CT扫描对大部分腹部器官的图像与常规扫描无显著性区别。Copperath^[6]首先提出按病人体重调节腹部CT的mAs, 体重小于60kg使用管电流125mAs, 60kg~80kg使用管电流150mAs, 大于80kg使用管电流175mAs, 三组检查的影像质量没有区别。本组研究结果中使用250mA~300mA, 螺距为1.375时, 实验猪体重为56kg, 比Copperath所使用的60kg/125mAs小, 所受到的辐射剂量也变少, 本组所有图像能够达到诊断的要求, 研究结果与Hopper等相似, 本实验采用同一动物模型进

表1 两种螺距、不同mA条件下的CTDIvol和DLP

分类	CTDIvol (mGy)		DLP (mGy. cm)	
	0.516	1.375	0.516	1.375
20	1.92	0.72	64.62	25.91
40	3.84	1.44	129.26	51.83
60	5.77	2.16	193.86	77.74
80	7.69	2.88	258.48	103.65
100	9.61	3.6	323.1	129.56
140	13.45	5.05	452.34	181.39
180	17.3	6.49	581.58	233.21
220	21.14	7.93	710.82	285.04
250	24.02	9.01	807.75	323.91
300	28.83	10.81	969.3	388.69

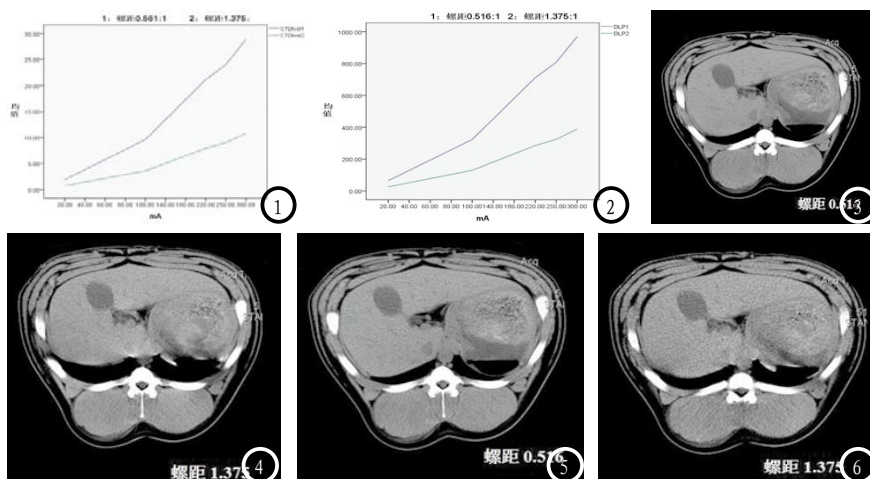


图1-2 不同mA下CTDIvol和DLP比较。CTDIvol (图1) 和DLP (图2) 都随着mA的增加而增加, 两组螺距在100mA-300mA比20, mA-100mA的斜率较大, 曲线上升较快, 100mA为辐射剂量的转折点。
图3-4 在300mA下, 两组螺距可以达到诊断要求。两组螺距下各组织边界清晰、螺距0.516:1图像 (图3) 颗粒较细腻, 无组织内伪影, 螺距1.375:1图像 (图4) 膈面有呼吸引起的运动伪影, 螺距0.516:1的图像优于螺距1.375:1。图5-6 在140mA下, 两组螺距可以达到诊断要求。螺距0.516:1图像 (图5) 各组织边界清晰、颗粒细腻, 胆囊与肝脏组织分界清晰; 螺距1.375:1图像 (图6) 各组织边界稍模糊、颗粒稍粗、少量的伪影, 胆囊与肝脏组织分界清晰。

行不同参数的实验, 探讨各参数与肝脏图像质量、辐射剂量的关系, 初步确定肝脏低剂量CT扫描参数, 为进一步扩大实验样本, 研究辐射剂量与扫描参数在肝脏中应用的相关性奠定基础, 因在不同的组织中, 既能达到诊断要求又降低辐射剂量的扫描参数不同, GE公司light speed 64 VCT扫描速度较快, 图像分辨率高, 本组研究在这款机器上完成, 因为各厂家机器设计不同, 所需参数会不同, 像西门子CT可以在一定范围内改变螺距的数值, 而GE的这款CT只有三个螺距, 0.516、0.938和1.375, 本组研究使用最大和最小的两组螺距和十组不同mA进行配对采集实验猪的肝脏图像, 进行各参数相关性分析, 许多学者认为降低mA就能达到低剂量CT扫描目的, 认为低剂量CT扫描就是降低毫安, 这是一个误

区, 但是在腹部中不能过低的降低mA, 会影响图像质量, 低剂量CT扫描虽然图像噪声有所增加, 但在扫描中所获图像质量及影像信息完全可以满足诊断的要求, 大大降低了受检者接受的辐射剂量^[7]。

一般会采用固体模型、动物实验、临床患者分组实验等, 只有少部分学者是使用同体动物实验, 使用同体动物实验分析辐射剂量与图像质量的关系, 排除了个体差异, 临床患者分组实验有时候会违反伦理学, 而且不能再同一患者身体上做多组低剂量实验, 所以现在很多研究都建立在动物实验基础上, 本研究使用实验猪为56.4kg, 建立在成猪同体上, 分析成像参数、辐射剂量与图像质量相关性, 本组研究不足之处: 未使实验样本增多, 强调了同体研究, 针对同体进行不同

条件的采集肝脏图像, 绘制出各参数之间与辐射剂量、图像质量之间的曲线, 本研究未作体重指数的分析, 可为进一步研究腹部低剂量CT扫描技术提供参考。

参考文献

- [1] 亓恒涛, 秦维昌, 王巍, 等. 64层螺旋CT噪声测试及其影响因素分析[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2007, 27 (2): 195-198.
- [2] 郑敏文, 赵宏亮, 徐健, 等. 多层螺旋CT主动脉低剂量与常规剂量扫描的对照研究[J]. 中国医学影像技术, 2008, 24 (3): 443-445.
- [3] Berrington GA, Darby S Risk of cancer from diagnostic X-rays: estimates for the UK and 14 other countries[J]. Lancet, 2004, 363 (8): 345-351.
- [4] 傅强, 汪宜占, 越宇, 等. 多层CT低剂量扫描技术在腹部中的应用[J]. 中临床医学影像杂志, 2007, 18 (11): 819-821.
- [5] Hopper KD, Keeton NC, Kasales CJ, et al. Utility of low mAs 1.5 pitch helical versus conventional high mA abdominal CT[J]. Clinical Image, 1998, 22 (1): 54-59.
- [6] Coppenrath E, Schmid C, Brandl R, et al. Spiral CT of the abdomen: weight-adjusted dose reduction[J]. Fortschr Rontgenstr, 2001, 173 (1): 52-56.
- [7] 张彦彩, 朱小忠. 螺旋CT低剂量扫描研究进展[J]. 中国医学影像技术, 2010, 26 (7): 1376-1378.

(本文编辑: 张嘉瑜)

【收稿日期】2016-08-27