

• 中枢神经影像学 •

低剂量 CT 扫描结合迭代算法重建颞骨成像

郑慧, 李玉华, 李惠民, 虞峻巍, 汪登斌, 王利军

【摘要】 目的:探讨颞骨低剂量 CT 扫描结合迭代算法(iDose 3)行颞骨成像的可行性及其最佳参数。**方法:**以成年尸头为研究对象,应用飞利浦 256 层 CT,采用螺旋扫描模式,分别在电压 120 kV、100 kV 和 80 kV 时用不同的管电流时间乘积进行颞骨扫描,从 250 mAs 开始,间隔 30 mAs 逐次降低,直至图像较差不能满足诊断时终止扫描,重建算法采用 iDose level 3,滤过函数 Y-sharp(C)。两位医生采用 5 分制评分标准对 16 个解剖结构进行评估。比较所有图像的图像质量及辐射剂量。**结果:**“100 kV+70 mAs+iDose level 3+ Y-sharp(C)”的成像组合是良好显示解剖结构的最低剂量组合,有效剂量约 0.15 mSv。**结论:**颞骨低剂量扫描切实可行,“100 kV+70 mAs+iDose level 3+ Y-sharp(C)”是最低剂量扫描方案。

【关键词】 颞骨; 辐射剂量; 体层摄影术, X 线计算机

【中图分类号】 R323.1; R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2014)06-0644-03

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2014.06.016

Radiation dose optimization in temporal bone CT with iterative reconstruction technique ZHENG Hui, LI Yu-hua, LI Hui-min, et al. Department of Radiology, Xinhua Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai, P. R. China

【Abstract】 Objective: To evaluate the feasibility and the optimal parameters for imaging of the temporal bone by using low-dose-256-slice CT with iterative reconstruction technique (IRT) (iDose 3). **Methods:** One exsomatized cadaveric head was scanned with spiral scanning mode on 256-slice CT scanner from Philips. Three levels of tube tensions from 120kV to 80kV were chosen for the temporal bone scan. At every tube tension, multiple current-time products were used from 250mAs to 70mAs in 30mAs successive interval decrease. Reconstructions were employed by using IRT (iDose Level 3) and edge-enhancing reconstruction kernel Y-sharp(C). The visibility of 16 anatomical landmarks was scored using a five-point-quality rating. The image quality and radiation dose of every level were assessed. **Results:** The protocols of "100kV+70mAs+iDose level 3+Y-sharp (C)" can clearly depict the normal anatomy, and the radiation dose is lower than the other else, with effective dose of about 0.15mSv. **Conclusion:** Low-dose-256-slice CT with IRT is feasible for temporal bone scanning with sufficient anatomical detail. The protocols of "100 kV+70 mAs+iDose level 3+ Y-sharp(C)" are the optimized imaging protocols.

【Key words】 Temporal bone; Radiation dosage; Tomography, X-ray computed

高分辨率 CT (high resolution CT, HRCT) 在颞骨病变诊断中具有极高的临床价值,可以清晰的显示颞骨正常解剖及病理改变^[1,2]。然而,颞骨 CT 检查需要亚毫米层厚和小螺距扫描,患者所接受的辐射剂量一直居高不下。且颞骨 CT 检查时,会影响到放射线高度敏感的眼睛晶状体及甲状腺,低剂量扫描更为重要。本文采用降低管电压、管电流方法降低辐射剂量,重建算法采用 iDose level 3,滤过函数选择 Y-sharp (C),以期找到一组即能满足临床诊断需求又可降低辐射剂量的参数组合。

材料与方法

1. 扫描仪及 CT 剂量表达

飞利浦 256 层 iDose CT 进行扫描,用机器扫描窗给出的剂量报告中的容积 CT 剂量指数 (CTDIvol)、剂量长度乘积 (dose length product, DLP) 进行描述。

2. 研究对象及扫描方法

利用一具成年颞骨尸头(上海交通大学医学院基础医学院人体解剖学教研室提供)行双侧颞骨 CT 扫描。分别在电压 120 kV、100 kV 和 80 kV 时,用不同的管电流进行扫描。从常规 250 mAs 开始,逐渐降低 250 mAs、220 mAs、190 mAs、160 mAs、130 mAs、100 mAs、70 mAs 等直至图像差时停止扫描。其他参数保持不变;扫描视野 200 mm,螺距 0.391,准直 64×0.625,层厚 0.675 mm,间隔 0.335 mm,矩阵 1024×1024,滤过函数 Y-sharp(C),重建算法 iDose level 3,

作者单位: 200092 上海,上海交通大学医学院附属新华医院放射科(郑慧、李玉华、李惠民、虞峻巍、汪登斌); 200233 上海,飞利浦(中国)投资有限公司(王利军)

作者简介: 郑慧(1987—),女,山东菏泽人,硕士研究生,住院医师,主要从事小儿神经与五官影像学工作。

通讯作者: 李玉华, E-mail: liyuhua10@sina.com

基金项目: 上海市科委基础重点继续支持项目(10JC1411500, 2010—2013)

窗宽 4000~5000 HU,窗位 500~700 HU,扫描范围从乳突尖至鼓室盖上缘。所得原始图像在后处理工作站上常规进行层厚 1 mm,间隔 0.67 mm 横断面、冠状面重组。

3. 图像质量评估

由两位经验丰富的头颈部放射学医师进行盲法评判,采用 5 分制评分标准对 16 个颞骨解剖结构显示情况进行评估;5 分为解剖结构清晰显示,图像质量优秀;4 分为解剖结构显示良好,图像质量好;3 分为解剖结构各部分可以评估,图像质量可以接受;2 分为解剖结构可以辨认,细节无法评估;1 分为解剖结构不可辨认,图像质量极差。

本研究选取对于低剂量敏感且耳鼻咽喉头颈外科医生感兴趣的解剖结构,如锤骨头、锤骨柄、砧骨体、锤砧关节、镫骨头、砧镫关节、镫骨前脚、镫骨后脚、鼓膜张肌、锥隆起、面神经管迷路段、面神经管鼓室段、圆窗、骨螺旋板(底旋)、蜗轴、蜗神经管。观察图像的质量及颞骨各解剖结构的显示情况,选择诸结构显示较好的一侧颞骨进行评估。对两位医生的评分进行配对 *t* 检验,计算两位医生对于每组参数组合下 16 个解剖结构的总评分及其观察一致性,若一致性良好,计算二者平均值作为此参数组合下图像质量的主观评估(表 1),总分为 80 分,48 分即为合格,可以评估。

我们选取噪声作为评估图像质量的客观指标,由于颞骨内无论是中耳腔气体还是听小骨,结构体积都非常小,感兴趣区(region of interest,ROI)难以选择,且很难避免部分容积效应,故本研究 ROI 选取密度相对均匀的脑干区域,面积大约 50 mm²。所有工作在 EBW 后处理工作站上进行。

4. 辐射剂量表达

当考虑到身体不同组织或器官辐射敏感性不同时,需采用以希沃特(Sv)为单位的有效剂量 *E* 来表征,它的计算方法为计量长度乘积与特定转换系数的乘积,即有效剂量 $E=k \times DLP$,式中 $k[mSv/(mGy \cdot cm)]$,*k* 值与受检者的身体部位有关。本研究计算 CT 扫描窗剂量报告中的 DLP 值与头颈部转换系数 0.0031 的乘积^[3]作为有效剂量,比较各组参数组合的有效剂量。

数据处理采用统计学软件 SPSS 13.0 进行。

结 果

两位医生图像质量评估结果采用配对设计 *t* 检验,评估结果平均值无统计学差异, $t=0.568, P=0.576$ 。管电压 100 kV,管电流 70 mAs 图像平均评分 62 分,>48 分,可以评估,辐射剂量较低,为 0.15 mSv,仅为常规剂量的 1/6(表 1)。

横断面图像上随着管电压、管电流降低,图像噪声增加,各结构边缘逐渐模糊,尤其是骨螺旋板、蜗轴、镫骨前后脚等结构对于低剂量比较敏感。同层面 120 kV、250 mAs 及 100 kV、70 mAs 的两幅图像相比较,虽然低剂量扫描条件下图像噪声为 131.1,较常规扫描 57.0 明显增高,但解剖结构依然清晰可辨,可以评估(图 1~3)。

表 1 尸头颞骨各参数组合下 CT 扫描有效剂量、图像质量评分及噪声

电压(kV)/ 电流(mAs)	辐射剂量 (mSv)	图像质量评分	噪声
120			
250	0.89993	74.5	57.9
220	0.79112	79.5	68.8
190	0.68262	75.5	71.8
160	0.57846	76	79.4
130	0.46996	73.5	83.5
100	0.36146	75.5	97.2
70	0.24862	70	102.6
100			
250	0.54932	76.5	134
220	0.48298	72.5	85.3
190	0.41695	74.5	88.4
160	0.35309	68.5	108
130	0.28706	75.5	92.2
100	0.21793	66.5	114.9
70	0.1519	61.5	131.1
80			
250	0.27187	69	144.4
220	0.23901	63.5	180
190	0.20615	55	116.4
160	0.17453	59	123.7
130	0.14198	43.5	144.1
100	0.10912	53.5	161.9
70	0.07502	31	183.4

讨 论

256 层 CT 常规颞骨扫描参数为管电压 120 kV,管电流 250 mAs,辐射剂量约为 0.9 mSv。影响辐射剂量的扫描参数有管电压、管电流、旋转时间、准直、沿 Z 轴的扫描长度、螺距等^[4],任何参数的改变都会影响辐射剂量。降低电压会降低 X 线的穿透力,影像图像质量^[5],辐射剂量可呈指数降低。管电流与辐射剂量呈线性关系,降低管电流是降低辐射剂量最实用的方法,降低管电流会增加图像噪声,但主要影响密度分辨力,对于天然对比度较好的颞骨影像不大。

低剂量扫描时扫描和图像后处理参数必须优化,以最大限度提高图像质量;如不同的算法及各种降噪技术等。迭代算法整个处理过程分为若干次,逐步改善待处理的图像,可以起到平滑图像的作用,且保留了不同结构的对比信息,飞利浦公司 iDose 算法是迭代算法的一种。颞骨低剂量扫描的文章,都是采用 FBP 重建算法^[6-7]。我们采用了 iDose level 3 算法,结果表明 100 kV、70 mAs 下图像质量仍然可以达到诊断水

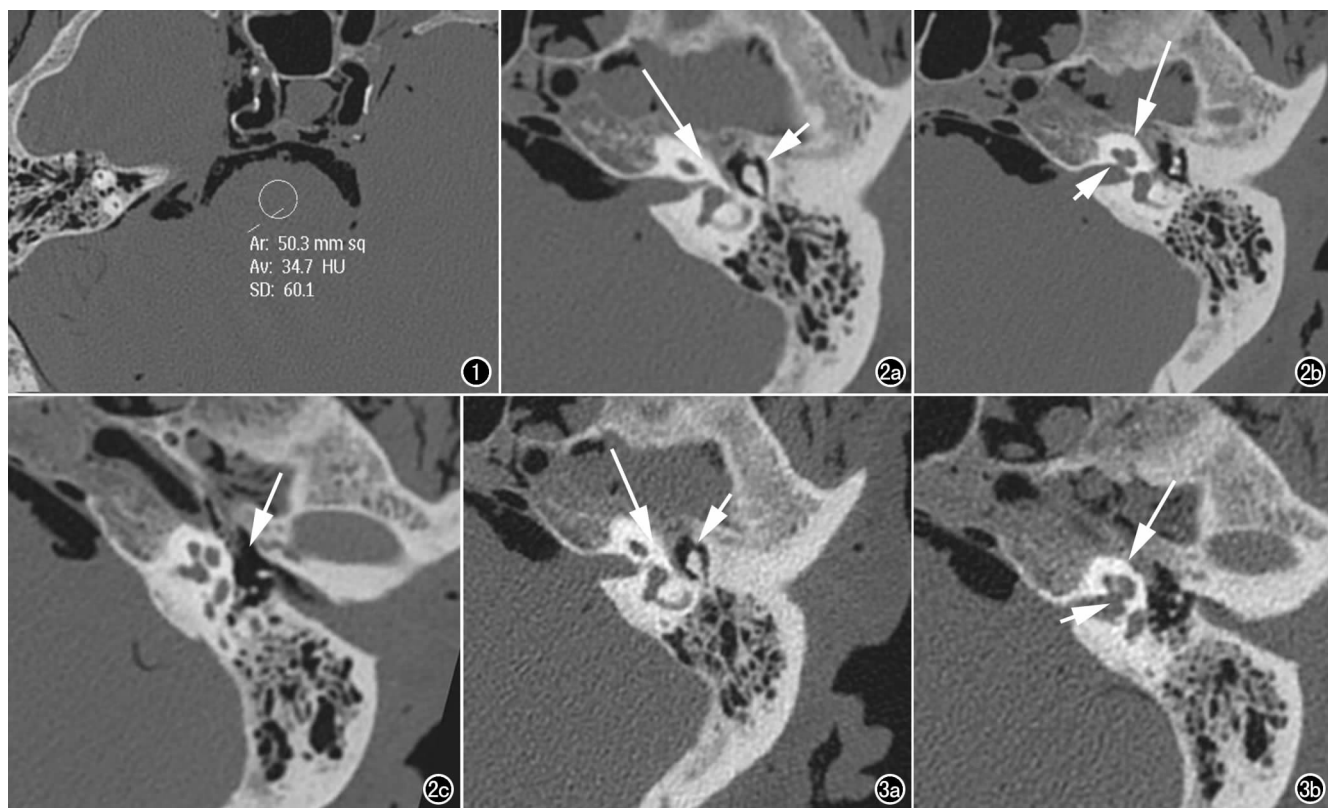


图 1 在密度相对均匀的脑干区域取感兴趣区约 50mm^2 。图 2 a) 左侧颞骨常规剂量扫描各断面显示面神经管鼓室段(长箭)、锤骨头(箭); b) 耳蜗(长箭)、蜗神经管(箭); c) 镫骨前后脚及砧镫关节(箭)。图 3 a) 左侧颞骨 100kV, 70mAs 参数组合低剂量扫描各断面显示面神经管鼓室段(长箭)、锤骨头(箭); b) 耳蜗(长箭)、蜗神经管(箭)。

平,辐射剂量为 0.15 mSv ,较文献更低,仅为 5~6 张胸片的剂量。Yantao 等^[9]比较 iDose level 5 重建算法 120 kV、100 mAs 与 FBP 算法 120 kV、200 mAs 扫描条件下的图像,二者有相同的诊断价值。我们采用的工程师推荐的 iDose level 3 进行重建,图像质量分析示管电压 100 kV、管电流 70 mAs 组合既能满足诊断要求,也能显著降低辐射剂量。

图像质量评估我们选取了 16 个临床上较为重要的解剖标志,从容易辨认的锤骨头到对图像质量要求较高的骨螺旋板。随着管电压、管电流的降低,图像噪声增加,在大多数管电压、管电流组合扫描的图像上,耳鼻咽喉外科医生术前需要了解的解剖标志依然清晰可辨。镫骨前后脚在横断面及冠状面显示欠清楚,可能与结构本身所处平面有关。面神经管走行有无异常,管壁有无缺损是颞骨术前了解的重要内容,在低剂量图像上这些结构显示良好,可以评估。骨化性迷路炎引起的耳蜗底旋少许密度增高或者耳硬化症引起的蜗窗闭塞是人工耳蜗植入术前必须了解的内容,我们

选取蜗轴作为解剖标志,在 100 kV、70 mAs 扫描条件下,两位医师评估均为 4 分,图像质量良好。

参考文献:

- [1] Swartz JD, Loevner LA. Imaging of the temporal bone[M]. New York: Thieme, 2009: 1-6.
- [2] 华建明, 陈根松, 章伟敏. 低剂量颞骨多层螺旋 CT 扫描技术的应用技术[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2006, 26(5): 530-532.
- [3] Niu YT, Mehta D, Zhang ZR, et al. Radiation dose reduction in temporal bone CT with iterative reconstruction technique[J]. AJNR, 2012, 33(6): 1020-1026.
- [4] Kalra MK, Mather MM, Toth TL, et al. Strategies for CT radiation dose optimization[J]. Radiology, 2004, 230(3): 619-628.
- [5] Siegel MJ, Schmidt B, Bradley D, et al. Radiation dose and image quality in pediatric CT: effect of technical factors and phantom size and shape[J]. Radiology, 2004, 233(2): 515-522.
- [6] 杨智云, 李树荣, 郑少燕, 等. 颞骨 64 排螺旋 CT 扫描剂量实验研究[J]. 临床放射杂志, 2009, 28(8): 1150-1153.
- [7] Nauer CB, Rieke A, Zubler C, et al. Low-dose temporal bone CT in infants and young children: effective dose and image quality[J]. AJNR, 2011, 32(8): 1375-1380.

(收稿日期: 2013-07-25 修回日期: 2013-10-24)