

· 头颈部影像学 ·

智能最佳 kV 联合自动管电流调节技术在眼眶 CT 扫描中的应用价值

曾宪春, 付隽, 韩丹, 康绍磊, 王勇

【摘要】 目的:探讨自动管电流调节(CARE Dose 4D)联合智能最佳 kV(CARE kV)技术在眼眶 CT 检查中的临床应用价值。**方法:**将行眼眶 CT 检查的 70 例患者分为两组, A 组(35 例)采用 CARE Dose 4D 扫描技术, B 组(35 例)采用 CARE kV 联合 CARE Dose 4D 扫描技术。比较 A、B 两组图像质量(平均 CT 值、噪声 SD、SNR、CNR、图像质量主观评分)、患者所接受的辐射剂量及病变检出率。**结果:**A、B 两组辐射剂量差异有统计学意义($P < 0.05$), B 组 $[(0.59 \pm 1.55) \text{ mSv}]$ 较 A 组 $[(0.71 \pm 1.84) \text{ mSv}]$ ED 较少约 15.9%。两组平均 CT 值、噪声 SD、SNR、CNR、图像质量评分及病变检出率差异均无统计学意义($P > 0.05$)。**结论:**联合 CARE kV 与 CARE Dose 4D 技术行眼眶 CT 扫描, 在保证图像质量的同时, 可有效降低辐射剂量。

【关键词】 眼眶; 体层摄影术, X 线计算机; 辐射剂量

【中图分类号】 R770.4; R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2014)09-1035-04

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2014.09.013

The clinical application value of CARE kV combined with CARE Dose 4D techniques in the orbital CT scan ZENG Xian-chun, FU Jun, HAN Dan, et al. Department of Medical Imaging, the 1st People's Hospital of Guizhou Province, Guiyang 560002, P. R. China

【Abstract】 Objective: To explore the clinical application value of CARE Dose 4D (tube current regulation technique) combined with CARE kV (the smart kV scanning technology) in orbital CT scan, expecting to reduce the radiation dose. **Methods:** 70 patients underwent plain orbital CT scan, they were randomly divided into two groups according to chronological sequence. In group A ($n=35$ cases), applied CARE Dose 4D technique was used only; In group B ($n=35$ cases), applied both CARE Dose 4D and CARE kV technique was used. Comparison of radiation dose and image quality (based on average CT values, Noise SD, SNR, CNR and quality score) between the two groups were made. **Results:** The difference of radiation dose between the two groups was statistically significant ($P < 0.05$); ED of group B was less than those of group A by around 16.9%. There were no significant differences between the two groups in average CT values, SD, SNR and CNR ($P > 0.05$); Also the image quality score and lesion detection rate demonstrated no significant difference among the two groups. **Conclusion:** On the premise of obtaining good quality of image for diagnosis, CARE kV combined with CARE Dose 4D technology can be applied in orbital CT scan, which will reduce about 15.9% radiation dose.

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

晶状体、角膜、玻璃体对射线敏感, 尤其是晶状体, 过量照射可致白内障^[1]。目前认为 200 cGy 是致晶状体损伤的最低辐射剂量^[2], 因而降低眼眶 CT 检查辐射剂量是当前研究的热点。降低辐射剂量的 CT 扫描技术大致有: 低 kV、低 mAs、自动管电流调节技术(CARE Dose4D)、智能最佳 kV(CARE kV)及大螺距扫描等^[2], 但以上技术多为单一因素的研究及应用。CARE kV 联合 CARE Dose4D 眼眶 CT 扫描未见相关文献报道。本文旨在探讨 CARE kV 联合 CARE Dose 4D 技术在眼眶 CT 扫描中的应用价值。

材料与方法

1. 病例资料

搜集 2013 年 1~3 月行眼眶 CT 检查的 70 例患者, 按时间先后随机分为两组, A 组 35 例, 其中男 21 例, 女 14 例, 平均年龄 (50.76 ± 16.68) 岁; B 组 35 例, 其中男 19 例, 女 16 例, 平均年龄 (53.09 ± 19.37) 岁。70 例患者年龄 13~82 岁, 经统计学分析, 两组性别、年龄差异均无统计学意义($P > 0.05$)。所有患者均签署知情同意书。

2. 检查方法

CT 扫描采用 Siemens Somatom Definition Flash CT 机, 采用螺旋扫描, 扫描参数: A 组检查者(1~2 月)开启 CARE Dose 4D 扫描, CARE kV semi, 参考电压 120 kV, 参考电流 180 mAs。B 组检查者(2~3

作者单位: 550002 贵阳, 贵州省人民医院影像科(曾宪春、付隽); 650032 昆明, 昆明医科大学第一附属医院医学影像科(曾宪春、韩丹、康绍磊、王勇)

作者简介: 曾宪春(1979-), 男, 贵州普安人, 硕士, 副主任医师, 主要从事影像诊断工作。

通讯作者: 韩丹, E-mail: kmhandan@sina.com

月)同时开启 CARE Dose 4D 和 CARE kV 扫描,参考电压 120 kV,参考电流 180 mAs。其它扫描参数:球管旋转时间 1.00 s,准直 128×0.6 mm,螺距 0.8,层厚及层间距均为 5 mm;软组织窗窗宽为 300 HU,窗位为 50 HU,骨窗窗宽为 1400 HU,窗位为 450 HU;扫描范围从眼眶上缘至下缘,重建方式为 Safire3;将重建后的图像数据传至相匹配的后处理工作站 Siemens Syngo Multi Modality Workplace(MMWP),应用 3D 软件进行分析测量。

3. 辐射剂量

CT 剂量加权指数(CT dose index volume,CTDI_{vol})、剂量长度乘积(dose-length product,DLP)值设备自动显示,有效剂量(effective dose,ED)=DLP×K,单位为 mSv,其中 K 为换算因子,采用欧洲 CT 质量标准指南头颅平均值 0.021^[3]。

4. 图像分析

主观评分由两位高年资主治医师及两名研究生分别在隐藏扫描参数和患者信息后采用双盲法进行评判分析。骨窗评估内容包括图像伪影、眶骨边缘、骨折线及折端的清晰度;软组织窗评估内容包括图像伪影、眼环、晶状体、视神经及各眼肌显示的清晰度。评分标准为:5 分,显示细节及病灶清晰,无伪影;4 分,显示结构、细节及病灶较清楚,能够评价,但不是特别好;3 分,大部分解剖结构及病灶可以满足诊断,但少数图像不能进行评价,轻度伪影;2 分,解剖结构及病灶显示不清楚,细节不易被发现;1 分,解剖结构及病灶模糊,伪影多,不能用于诊断^[4]。其中,5 分图像质量最好,其余图像质量依次降低,图像质量评分达 3 分及以上者能满足诊断要求,即不影响病灶的观察。

客观评价指标包括平均 CT 值、噪声、信号噪声比(signal-to-noise ratio,SNR)及对比噪声比(constrast-noise ratio,CNR)。平均 CT 值及噪声:分别以赤道平面左、右侧视神经、眼睑皮下脂肪及背景空气为感兴趣区(ROI),测量 CT 值,测量范围约为 1.0 cm^2 ,测 3 次取其平均 CT 值;噪声为平均 CT 值的标准差(SD),自动生成。SNR、CNR、CT 值平均按公式(1)(2)(3)计算:

$$\text{SNR} = \frac{\text{CT 左平均} + \text{CT 右平均}}{\text{SD 左} + \text{SD 右}} \quad (1)$$

$$\text{CNR} = \frac{\text{CT 值平均} - \text{CT 值脂肪}}{\text{空气 CT 值标准差}} \quad (2)$$

$$\text{CT 值平均} = \frac{\text{CT 左平均} + \text{CT 右平均}}{2} \quad (3)$$

5. 统计学分析

统计学分析采用 SPSS 17.0 软件包。两组图像的平均 CT 值、SNR、CNR 比较采用 *t* 检验;辐射剂量比较采用两样本资料的秩和检验;图像质量主观评分的比较采用完全随机配对秩和检验;病灶显示情况比较采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 辐射剂量比较

A 组 35 例平均 mAs 为 160.21 mA。B 组 35 例平均 mAs 为 159.43 mA;B 组 35 例中 120 kV 者 31 例,100 kV 者 4 例,平均 112 kV。

两组辐射剂量比较采用两样本资料的秩和检验,差异有统计学意义($P=0.01$)。与 A 组比较,B 组 ED 减少 0.12 mSv,下降约 16.9%(表 1)。

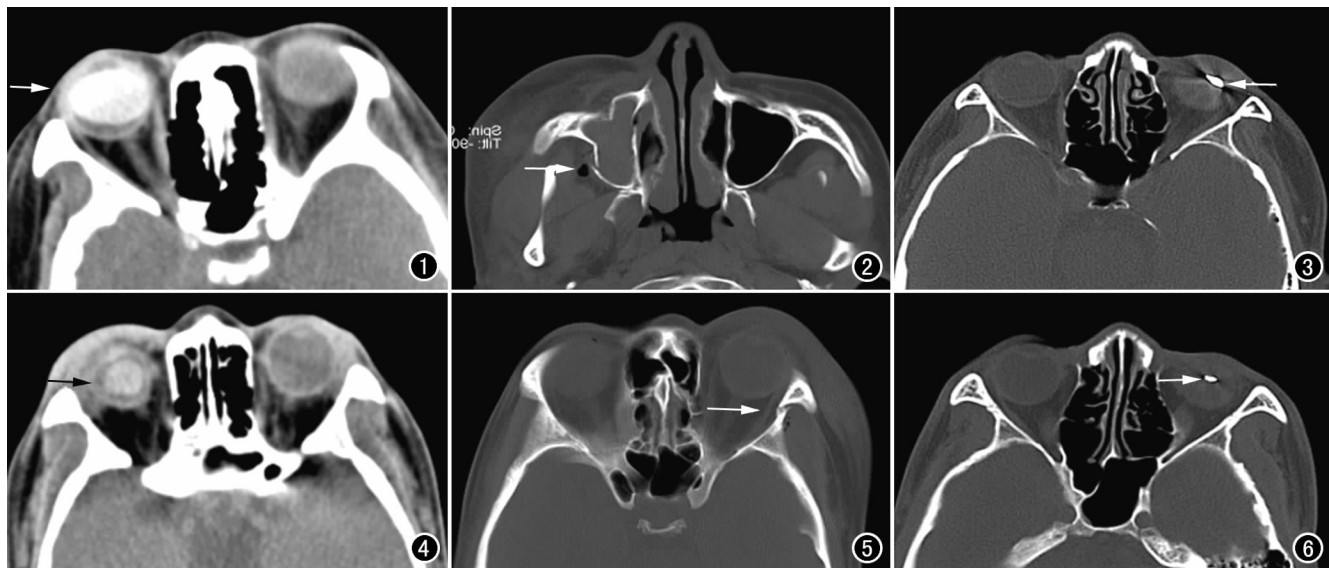


图 1 A 组患者 CT 扫描示右侧眼球内出血(箭)。图 2 A 组患者 CT 扫描示眶周骨折并积气(箭)。图 3 A 组患者 CT 扫描示眶周及眶内异物(箭)。图 4 B 组患者 CT 扫描示右侧眼球内出血(箭)。图 5 B 组患者 CT 扫描示眶周骨折并积气(箭)。图 6 B 组患者 CT 扫描示眶周及眶内异物(箭)。

表 1 两组辐射剂量比较 (mSv)

分组	ED(mSv)
A 组	0.74~1.32(1.11)
B 组	0.54~1.00(0.79)

注:Z 值=-3.37,P 值=0.01。

2. 平均 CT 值、噪声、SNR、CNR 比较

两组平均 CT 值、图像噪声 SD 比较采用配对 *t* 检验,A、B 两组不同部位的平均 CT 值、图像噪声 SD 差异均无统计学意义($P>0.05$,表 2)。

表 2 两组图像的平均 CT 值、SD 比较

部位	A 组	B 组	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
视神经 CT 值(HU)	35.17±3.21	36.29±2.18	0.91	0.18
眶内脂肪 CT 值(HU)	98.41±5.44	98.63±6.13	0.59	0.75
背景(空气)CT 值(HU)	998.25±7.32	999.11±8.01	1.00	0.17
视神经 SD	5.67±1.28	6.16±1.11	0.55	0.32
眶内脂肪 SD	6.54±3.42	6.81±4.68	0.72	0.24
背景(空气)SD	5.79±1.57	6.21±1.49	0.64	0.22

三个不同部位两组图像的 SNR、CNR 比较采用配对 *t* 检验。A、B 两组图像的 SNR、CNR 差异均无统计学意义($P>0.05$,表 3)。

表 3 两组图像的 SNR、CNR 比较

部位	A 组	B 组	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
视神经 SNR	6.20±0.56	5.89±0.35	-1.25	0.22
眶内脂肪 SNR	15.05±0.83	4.48±0.99	-1.33	0.19
背景 SNR	172.41±1.26	160.89±1.29	-2.20	0.06
CNR	10.83±0.65	10.04±0.42	1.31	0.90

3. 图像质量评分比较

采用完全随机配对秩和检验比较两组图像质量的主观评分,两组软组织窗及骨窗图像质量评分差异均无统计学意义($P>0.05$,表 4),可认为两种扫描方式得到的图像质量主观观察上无明显差异,两组所有图像评分均在 4.5 分以上(图 1~6)。

表 4 两组图像质量评分比较 (分)

扫描方式	A 组	B 组	<i>P</i> 值
软组织窗	4.58±0.35	4.63±0.41	0.24
骨窗	4.71±0.37	4.73±0.33	0.26

4. 病变检出率比较

两组图像对病灶显示情况比较采用 χ^2 检验,差异无统计学意义($\chi^2=0.03$, P 值=0.99,表 5),说明 A、B 两组扫描后采用相同重建方法所得图像对病灶显示无明显差异。

表 5 两组图像对病灶显示情况的比较 (例)

分组	眼眶骨折	眶周异物	筛窦积液	球内损伤并眼眶积气
A 组	17	6	6	8
B 组	21	7	7	9

讨 论

由于 CT 具有良好的分辨力、定位准确、价格较便宜等优势,眼眶 CT 已成为眼科临床工作中常用的辅

助检查方法。随着 CT 受检人数大幅度上升,医源性辐射剂量也急剧增加。研究显示晶状体过量照射可致白内障,且超过 5~100 mSv 的辐射剂量与癌症发生有关^[5-6]。在保证图像质量的同时最大限度降低辐射损害是当前研究的重点^[7],但当前的研究大多以降低图像质量为代价^[8]。CARE Dose 4D 及 CARE kV 技术是自动降低辐射剂量的两种主要方式。CARE Dose 4D 是操作者定义参考 mAs 后,系统根据受检者部位和脏器的解剖厚度、密度,估算出各层的 mAs,使得各层的噪声维持在相同或相近的水平。研究证实,CARE Dose 4D 技术能减少扫描部位总体辐射剂量^[9]。CARE kV 根据 CT 检查目的和受检者的体型并结合预先设定的图像质量要求,自动计算出不同管电压下所需管电流的基准值 and 变化曲线,基准值可随着电压的变化而变化,同时计算 CTDIvol、DLP,省去了繁琐的计算和对医生经验的依赖,自动确定最优化的管电压和管电流,实现最优化降低辐射剂量的同时提高图像质量。

本研究发现,CARE Dose 4D 联合 Care kV(B 组)扫描较 CARE Dose 4D(A 组)扫描 ED 有所下降,A 组平均 ED 为 0.71±1.84,B 组平均 ED 为 0.59±1.55,B 组较 A 组 ED 减少 0.12 mSv,下降幅度约 16.9%,两组差异有统计学意义($P<0.05$)。本研究与 Winklehner 等^[10]、徐卓东等^[11]的研究方法相同,结论也与体质指数(body mass index,BMI)在同一水平上的受检者进行胸腹部及头部 CTA 扫描辐射剂量均有下降的结论一致。考虑到 BMI 对头颈部扫描影响不大,本组研究未对其进行限制。本研究两组图像质量主观评分及对病变的显示情况比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。

本研究显示不同区域的平均 CT 值、SNR、CNR 两组差异无统计学意义($P>0.05$)。A 组视神经的平均 CT 值为(35.17±3.21) HU,图像的 SNR、CNR 分别为 6.20±0.56、10.83±0.65;B 组视神经的平均 CT 值为(36.29±2.181) HU,图像的 SNR、CNR 分别为 5.89±0.35、10.04±0.42。研究表明 CARE Dose 4D 联合 CARE kV 在降低辐射剂量的同时不降低图像质量,与 Eller 等^[12]的研究结果一致。CARE Dose 4D 联合 Care kV 扫描虽然降低辐射剂量幅度有限,但图像质量能达到诊断需求,操作简单是其最大优点。

综上所述,CARE Dose 4D 联合 Care kV 进行眼眶扫描,比采取单一的 CARE Dose 4D 模式扫描可进一步降低辐射剂量,同时能保证图像质量,满足国际辐射防护最优化(As low as reasonal achievable,ALARA)原则^[13],而且操作方法简单,值得临床推广。

本研究未对不同的参考电流和电压进行分组研究,未考虑 BMI 对辐射剂量的影响,这些因素将有待今后进一步深入研究。

参考文献:

- [1] Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography-an increasing source of radiation exposure[J]. N Engl J M, 2007, 357(22):2277-2284.
- [2] Hein E, Rogalla P, Kingebiel R, et al. Computed tomography spiral CT low-dose CT paranasal sinuses radiation dose eye lens radio-protection[J]. Eur Radiol, 2002, 12(7):1693-1696.
- [3] Menzel H, Schibilla H, Teunen D, et al. European guidelines on quality criteria for computed tomography[M]. Luxembourg: European Commission, 2000;162-163.
- [4] Price RR, Axel L, Morgan T, et al. Quality assurance methods and phantoms for magnetic resonance Imaging: report of AAPM nuclear magnetic resonance task Group No. 1[J]. Med Phys, 1990, 17(2):287-295.
- [5] Pierce DA, Preston DL. Radiation-related cancer risks at low doses among atomic bomb survivors[J]. Radiat Res, 2000, 154(2):178-186.
- [6] Brenner DJ, Elliston CD. Estimated radiation risks potentially associated with full-body CT screening [J]. Radiology, 2004, 232

(3):735-738.

- [7] 曾宪春,何波,韩丹,等. 基于原始数据的迭代重建技术在眼眶 CT 平扫中的应用[J]. 中国医学影像技术, 2013, 29(6):94-97.
- [8] 曾宪春,康绍磊,张俊,等. 多层螺旋 CT 眼眶扫描参数优化的离体标本实验研究[J]. 中国医学影像学杂志, 2013, 21(7):497-500.
- [9] Hundt W, Rust FP, Stabler AM, et al. Dose reduction in multislice computed tomography[J]. J Comput Assist Tomogr, 2005, 29(1):140-147.
- [10] Winklehner A, Goetti R, Baumüller S, et al. Automated attenuation-based tube potential selection for thoracoabdominal computed tomography angiography: improved dose effectiveness[J]. Invest Radiol, 2011, 46(12):767-773.
- [11] 徐卓东. CARE kV-智能最佳 kV 扫描技术——降低剂量的同时提高图像质量[J]. 中国医疗设备, 2012, 27(2):120-123.
- [12] Eller A, May MS, Scharf M, et al. Attenuation-based automatic kilovolt selection in abdominal computed tomography: effects on radiation exposure and image quality[J]. Invest Radiol, 2012, 47(10):559-565.
- [13] Slovis TL. CT and computed radiography: the pictures are great, but is the radiation dose greater than required[J]. AJR, 2002, 179(1):39-41.

(收稿日期:2013-09-16 修回日期:2013-04-28)

· 书讯 ·

《儿科影像病例点评 200 例》由武汉市儿童医院邵剑波教授和深圳市人民医院杨敏洁教授主译,上海交通大学附属上海儿童医学中心朱铭教授审校的《儿科影像病例点评 200 例》一书,于 2013 年 5 月由北京大学医学出版社出版。该书是《Pediatric Imaging-Case Review Series》第 2 版,原著主编 Thierry A. G. M. Huisman。

该书得到了 Johns Hopkins 医院和大学儿科医生们的支持和帮助。本书共分基础篇、提高篇和挑战篇 3 部分,具有 4 个显著特点:①收录的儿科病例数量达 200 例,涉及面广,几乎覆盖了各个系统疾病与类型;②语言简练流畅,书写手法新颖独特。首先以提问的方式切入主题,再逐个问题一一对应回复,重点突出,简明扼要,便于记忆;③点评内容丰富,涵盖多学科知识与新技术,除影像学外,还包括胚胎学、遗传学、解剖学、生理学、病理学、新生儿学、儿科学、外科学、产科学及产前诊断学等;④病例图片清晰、征象突出,直观可信,易于诊断与鉴别诊断,有利于在临床工作中推广应用。

欲购此书者请将 110 元(含包装、挂号邮寄费)寄至:武汉市香港路 100 号,武汉市儿童医院 CT·MRI 科 郑楠楠(联系电话:027-82433396 或 15827102185),邮编 430016。敬请在留言栏中附上联系人电话。

《肿瘤影像诊断图谱》由周纯武教授主编,于 2011 年 6 月由人民卫生出版社出版发行。该书是由中国医学科学院肿瘤医院领衔,北京天坛医院和北京积水潭医院参与共同编纂完成。全书共 9 篇 47 章涵盖头颈、胸、腹、盆腔、乳腺、中枢神经系统、骨与软组织多个系统的肿瘤及肿瘤样病变,涉及超声、CT、MRI、PET-CT 等多种影像手段,图片丰富、文字精练、内容精良、印刷精美,堪称肿瘤影像诊断的经典工具书。定价 228 元。购书热线:010-67605754 65264830 59787586 59787592。

《实用传染病影像学》该书中文、英文版,约 215 万字,约 3000 幅图片,被人民卫生出版社及全球著名施普林格出版社(Springer)分别以中文和英文文字出版,全球发行。李宏军教授遵循感染病循证医学诊疗的原则,采取因果验证,整合国内外 230 余位专家教授学术资源,编纂而成,获得国家卫生部出版基金资助及获评国家西医参考书“走出去”规划项目用书。其内容在国内外率先完整系统构建了传染病(共 51 种)医学影像学的相关疾病谱系,揭示了传染病影像学临床应用理论体系,梳理了技术规范 and 诊断路径,丰富和发展了医学影像学科的理论内涵。为感染与传染病影像学的进一步发展奠定了基础。