

✧胸部影像学

Feasibility of ultra-large pitch Turbo Flash scan mode in chest scan in preschool children without sedatives

ZENG Xianchun, CHEN Jing, WANG Yuquan, LIU Changjie*, WANG Tao, WANG Rongpin
(Department of Radiology, Guizhou Provincial People's Hospital, Guiyang 550002, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the feasibility of chest examination using ultra-large pitch Turbo Flash in Force CT in preschool children without sedative. **Methods** A total of 90 preschool children evaluated as nervous or frightened were equally divided into 3 groups according to the scanning time. For group A, the routine scan with the mode of CARE Dose 4D/CARE kV was performed, and the sedative was used. For group B, the scan with ultra-large pitch Turbo Flash model and pitch as 3.0 was performed, and the sedative was used. For group C, the same scan mode as group B was performed but without sedative. The scanning time, radiation dose, image quality and the diagnostic efficiency were compared among 3 groups. **Results** There were no significant differences of the CT values of the aorta root, spinal posterior muscles and subcutaneous fat, the noise of the aorta root, SNR and CNR among 3 groups (all $P > 0.05$). Moreover, no significant differences of the subjective score of image quality in pulmonary window and mediastinum window images were found among 3 groups (both $P > 0.05$). The scanning time and radiation dose indexes (CT dose index volume [CTDIvol], dose-length product [DLP], effective dose [ED]) of group A were significantly higher than those of group B and group C (all $P < 0.05$), while there were no significant differences between group B and group C (all $P > 0.05$). There were no significant differences between the CT diagnosis and clinical diagnosis results in all 3 groups (all $P > 0.05$). **Conclusion** It can shorten the scanning time and decrease the radiation dose by using the mode of ultra-large pitch Turbo Flash. And the satisfactory image quality can be obtained without sedative for nervous or frightened preschool children.

[Key words] Large pitch; Preschool children; Sedatives; Chest scan; Radiation dose

DOI:10.13929/j.1003-3289.201610125

超大螺距 Turbo Flash 扫描模式在学龄前儿童胸部检查中不用镇静剂的可行性

曾宪春, 陈 静, 王玉权, 刘昌杰*, 王 涛, 王荣品
(贵州省人民医院影像科, 贵州 贵阳 550002)

[摘要] **目的** 探讨超大螺距 Turbo Flash 扫描模式在学龄前儿童胸部检查中不用镇静剂的可行性。**方法** 将 90 例胸部 CT 检查前评估心理状态为紧张或恐惧的学龄前患儿按扫描时间先后分为 3 组, 每组 30 例。A 组患儿应用镇静剂后行常规 CT 扫描, 开启 CARE Dose 4D/CARE kV 扫描模式, 螺距为 1.9; B 组患儿应用镇静剂后行超大螺距 Turbo Flash 模式扫描, 螺距为 3.0; C 组患儿不予镇静剂干预, 行超大螺距 Turbo Flash 模式扫描。比较 3 组间的扫描时间、辐射剂量、图像质量及诊断效能。**结果** 3 组间主动脉根部、脊柱后方肌肉及皮下脂肪的 CT 值、主动脉根部噪声、SNR、CNR 差异均无统计学意义 (P 均 > 0.05), 肺窗、纵隔窗图像质量主观评分差异均无统计学意义 (P 均 > 0.05)。A 组的扫描时间及

[基金项目] 贵阳市科技计划项目(筑科合同[20151001]社 63 号)。

[第一作者] 曾宪春(1979—), 男(回族), 贵州普安人, 博士, 副主任医师。研究方向: 腹部影像诊断与 CT 新技术的应用研究。

E-mail: zengxianchun04@foxmail.com

[通信作者] 刘昌杰, 贵州省人民医院影像科, 550002。E-mail: liuchangjie3108@sina.com

[收稿日期] 2016-10-27 **[修回日期]** 2017-06-01

辐射剂量[容积 CT 剂量指数(CTDIvol)、剂量长度乘积(DLP)、有效剂量(ED)]均高于 B 组及 C 组(P 均 <0.05),B 组与 C 组间扫描时间及辐射剂量(CTDIvol、DLP、ED)差异均无统计学意义(P 均 >0.05)。3 组中,CT 诊断与临床最终诊断结果间差异均无统计学意义(P 均 >0.05)。**结论** 超大螺距 Turbo Flash 模式扫描可缩短扫描时间、降低辐射剂量。对心理状态为紧张或恐惧的学龄前儿童检查时,可在避免使用镇静剂的同时获得满意的图像质量。

[关键词] 大螺距;学龄前儿童;镇静剂;胸部扫描;辐射剂量

[中图分类号] R56; R814.42 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2017)08-1221-05

近年来,胸部 CT 检查广泛地应用于儿科疾病诊疗中^[1]。但学龄前儿童因自觉性、自制力、意志力较差,情绪、行为易受外界事物环境引诱转移常不能配合检查。临床约 57.64% 的学龄前儿童因紧张、恐惧行 CT 检查前需药物镇静^[2]。但任何镇静药物用于儿童均有潜在的健康风险^[3],且大部分患儿家长心存困惑不易接受,可能导致患儿不能顺利检查而延误病情,或在未镇静情况下多次尝试性扫描增加辐射风险。超大螺距 Turbo Flash 模式扫描技术可提高扫描速度并降低辐射剂量。本研究旨在探讨超大螺距 Turbo Flash 快速扫描模式在学龄前儿童胸部检查中避免应用镇静剂干预制动的可行性。

1 资料与方法

1.1 一般材料 收集 2015 年 3 月—9 月临床疑诊胸部病变拟接受胸部 CT 检查的学龄前患儿 90 例,心理状态评估均为紧张或恐惧,男 55 例,女 35 例,年龄 4~6 岁,平均 (5.3 ± 0.3) 岁;体质指数(body mass index, BMI)为 $15.0 \sim 16.8 \text{ kg/m}^2$,均在正常范围^[4]。进行心理评估时,患儿在 1 名家属陪同下进入 CT 检查室,嘱其仰卧于检查床,移床至扫描位置后,播放预先录制的扫描过程仪器运行的录音,如患儿表现为亢奋、哭闹、暴躁、不听任何劝告等,判断心理状态为紧张或恐惧。按检查时间的先后,分为 A、B、C 组,每组各 30 例。A 组男 18 例,女 12 例,平均年龄 (5.2 ± 0.1) 岁;B 组男 17 例,女 13 例,平均年龄 (5.4 ± 0.1) 岁;C 组男 20 例,女 10 例,平均年龄 (5.4 ± 0.1) 。所有患儿扫描前家属均签署知情同意书。

1.2 镇静干预 A 组和 B 组患儿扫描前 20 min 口服本院自行配置的镇静药物 10% 水合氯醛(三氯乙醛的水合物),剂量为 $70 \sim 75 \text{ mg/kg}$ 体质量,总剂量不超过 $2\,000 \text{ mg}$ ^[5]。C 组患儿不服用镇静剂。

1.3 CT 扫描及重建 采用 Siemens Somatom Force CT 扫描仪,对 3 组患儿均行胸部 CT 平扫。以铅围脖、铅围裙对患儿非检查部位遮盖防护后,进行轴位扫描,扫描范围自胸廓入口至肺底层面。

对 A 组患儿行常规扫描,开启自动管电流 CARE

Dose 4D(参考电流 110 mAs)和自动管电压 CARE kV(参考电压为 100 kV)调节技术,螺距 1.9。对 B 组患儿,行超大螺距 Turbo Flash 模式扫描,螺距 3.0,其余条件同 A 组。对 C 组患儿除不用镇静剂外,其余扫描条件同 B 组。3 组相同的扫描参数为:准直 $192 \times 0.6 \text{ mm}$,层厚 5 mm ,层间距 5 mm ,纵隔窗和肺窗窗宽、窗位分别为 $50 \text{ HU}/350 \text{ HU}$ 、 $-600 \text{ HU}/-1150 \text{ HU}$,肺窗卷积核 Bi57、纵隔窗卷积核 Br40。

原始数据均传至 MMWP 后处理工作站,应用 3D 工作窗进行冠状位、矢状位重建。

1.4 图像质量评价

1.4.1 客观评价 图像质量客观评价指标包括:① CT 值,ROI 位于主动脉根部平面内的主动脉、脊柱后方肌肉及皮下脂肪,范围 0.5 cm^2 ,对每一 ROI 的 CT 值分别测量 3 次,取平均值;② 噪声,通过仪器自动读取主动脉噪声值,即主动脉 ROI 内平均 CT 值的标准差;③ SNR,即主动脉 ROI 平均 CT 值与噪声之比;④ CNR, $\text{CNR} = (\text{主动脉 CT 值} - \text{皮下脂肪 CT 值}) / \text{主动脉噪声值}$ 。

1.4.2 主观评价 由 2 名高年资影像诊断医师在隐藏扫描参数和患者信息的条件下分别对肺窗、纵隔窗图像质量进行主观评分,并协商达成一致意见。图像质量评分标准^[6]:5 分,解剖细节及病灶显示清晰,图像质量佳;4 分,解剖结构和细节及病灶较清楚,图像质量较好;3 分,大部分解剖结构及病灶能满足诊断要求,少部分图像不能评价;2 分,解剖结构及病灶显示不清,细节显示不良;1 分,解剖结构及病灶显示不清,图像质量差。主观评价中的解剖细节主要包括病灶大小、范围、边缘及形态。

1.5 辐射剂量 通过仪器自动读取容积 CT 剂量指数(CT dose index volume, CTDIvol)、剂量长度乘积(dose-length product, DLP),计算获得有效剂量(effective dose, ED), $\text{ED} = \text{DLP} \times k$,按照欧洲 CT 质量指南标准^[7],换算因子 $k = 0.014$ 。

1.6 统计学分析 采用 SPSS 20.0 统计分析软件。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,不符合正态

分布时以中位数表示;计数资料以百分率表示。各组患儿年龄、主动脉根部、脊柱后方肌肉及皮下脂肪的 CT 值及主动脉根部噪声、SNR、CNR、扫描时间及辐射剂量指标比较采用单因素方差分析,两两比较采用 LSD-*t* 检验。组间性别比较和各组中 CT 诊断与临床最终诊断结果间的差异比较均采用 χ^2 检验。3 组主观评分的比较采用 Kruskal-Wallis *H* 秩和检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

A、B、C 组患儿年龄($F=0.927, P=0.342$)、性别($\chi^2=0.042, P=0.826$)差异均无统计学差异。

2.1 图像质量客观评价 A、B、C 组患儿主动脉根部、脊柱后方肌肉及皮下脂肪的 CT 值及主动脉根部噪声、SNR、CNR 差异均无统计学意义(P 均 >0.05),见表 1。

2.2 图像质量主观评价 A、B、C 组肺窗和纵隔窗图像质量评分均为 4 分或 5 分(表 2),肺窗图像质量评

分 3 组间差异无统计学意义($\chi^2=0.092, P=0.931$),3 组纵隔窗图像质量评分相同,见图 1。

2.3 扫描时间及辐射剂量 A、B、C 组间扫描时间及辐射剂量指标(CTDIvol、DLP、ED)差异均有统计学意义(P 均 <0.05),见表 3。两两比较,A 组与 B 组间、A 组与 C 组间差异有统计学意义(P 均 <0.05),B 组与 C 组间差异无统计学意义(P 均 >0.05)。

2.4 诊断效能比较 A、B、C 组中,CT 诊断炎性病变、肺部结核、胸膜增厚及胸腔积与临床最终诊断结果(如同一患儿同时存在 2 种及以上病变时分别计数)间差异均无统计学意义(P 均 >0.05),见表 4。

3 讨论

螺距作为螺旋 CT 的重要的扫描参数之一,其决定 CT 的容积覆盖速度并可影响图像质量^[1]。此外,螺距与辐射剂量呈反比,与患者接受的 ED 有关^[8],但螺距存在一定限度,超出上限将导致数据丢失,影响图像质量^[9]。Force CT 双源大螺距模式通过 2 套球管与

表 1 3 组 CT 值、噪声、SNR 及 CNR 比较($\bar{x}\pm s, n=30$)

组别	CT 值(HU)			主动脉噪声 (HU)	SNR	CNR
	主动脉根部	肌肉	皮下脂肪			
A 组	48.68±5.35	51.13±4.67	-7.42±4.34	7.02±2.43	6.94±0.76	13.69±1.38
B 组	47.33±4.99	51.15±4.82	-46.56±4.51	7.67±2.11	6.17±0.65	12.24±1.24
C 组	48.02±5.18	50.26±4.18	-46.41±4.26	7.54±2.54	6.39±0.69	12.52±1.25
F 值	0.58	0.64	0.55	1.26	1.53	1.94
P 值	0.48	0.52	0.44	0.31	0.27	0.16

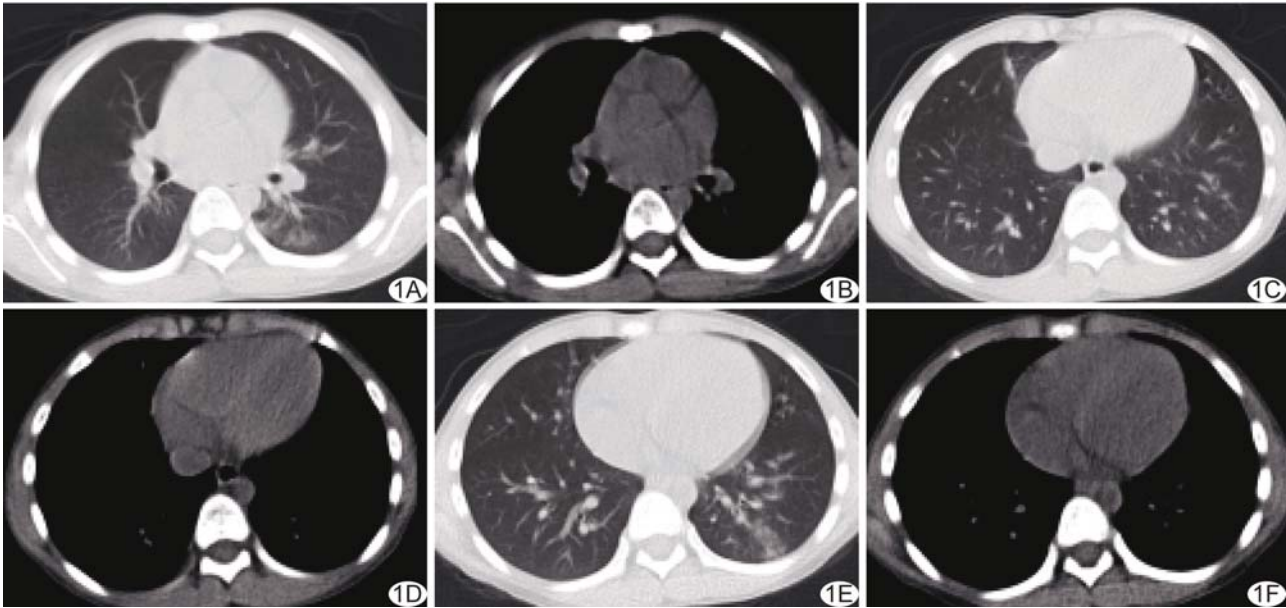


图 1 3 种扫描方案肺窗与纵隔窗相同层面图像 A、B. A 组肺窗(A)、纵隔窗(B)图像; C、D. B 组肺窗(C)、纵隔窗(D)图像; E、F. C 组肺窗(E)、纵隔窗(F)图像

表 2 3 组图像质量主观评分情况(例, $n=30$)

图像	5 分	4 分	3 分	2 分	1 分
肺窗					
A 组	25	5	0	0	0
B 组	24	6	0	0	0
C 组	25	5	0	0	0
纵隔窗					
A 组	23	7	0	0	0
B 组	23	7	0	0	0
C 组	23	7	0	0	0

探测器独立发射、接收射线后,2 套采集系统所获 2 组数据经相应的数学运算、组合重建出 1 组融合图像。融合图像因 2 组数据相互填补螺距增大导致的间隙,可避免数据缺失对图像质量的影响,其最大螺距可达 3.2。可实现在 1 个双源采集周期内,球管和探测器旋转 90° 得到单源下旋转 180° 的效果,从而达到提高时间分辨率的目的。同时,该模式还联合了实时迭代的 ADMIRE(advanced modeled iterative reconstruction)重建技术^[10],在图像重建中避免了部分电离辐射的重叠干扰,在降低图像噪声、提高图像质量的同时降低了辐射剂量。为实现学龄前儿童低剂量快速 CT 扫描提供了保障。

对不能配合检查的儿童进行 CT 检查时常需借助药物镇静,而任何镇静剂的使用均存在潜在的健康风险^[3,11]。本研究对心理状态评估为紧张或恐惧的学龄前儿童采用不同方案进行 CT 扫描,发现与常规模式(A 组)比较,运用 Turbo Flash 模式扫描(B、C 组)时扫描时间明显缩短($F=22.01, P<0.01$),且针对该模式

不用药物镇静干预(C 组)与用药物干预(B 组)镇静下扫描肺窗、纵隔窗图像质量主观评分差异均无统计学意义(P 均 >0.05)。本研究辐射剂量比较表明, Turbo Flash 模式扫描(B、C 组)辐射剂量指标(CTDIvol、DLP、ED)明显低于常规扫描模式(A 组),差异均有统计学意义(P 均 <0.05),与 Newell 等^[12]应用超低剂量结合 ADMIRE 重建在肺部 CT 扫描及量化研究的报道基本一致。本研究显示,不应用药物干预与应用药物镇静干预 CT 扫描方案的图像间,无论是主观评分还是客观评价指标差异均无统计学意义(P 均 >0.05),表明不用药物干预镇静下 Turbo Flash 模式扫描与应用药物干预镇静下扫描图像质量相似,与 Rompel 等^[13]等通过儿童体模进行胸部 CT 检查的研究结果基本一致。本研究在诊断效能的比较中同样显示 A、B、C 组中 CT 诊断结果与临床最终诊断结果间差异均无统计学意义(P 均 >0.05),与国内外其他部位的 CT 研究结果相一致^[14-15]。

本研究局限性:未对 CT 检查前的准备时间进行比较,而部分患儿进入检查室后仅通过父母及医师语言干预并不能配合,需借助儿童玩具在家属的配合下才能进行扫描,导致扫描前准备时间过长,延缓其他患者的检查时间。

综上所述,超大螺距 Turbo Flash 模式扫描因能缩短扫描时间、降低辐射剂量,同时不影响图像质量和诊断效能,对心理状态为紧张或恐惧的学龄前儿童,可在避免应用镇静剂的同时获得满意的图像质量,值得临床推广应用。

表 3 3 组扫描时间及辐射剂量比较($\bar{x} \pm s, n=30$)

组别	扫描时间(s)	CTDIvol(mGy)	DLP(mGy·cm)	ED(mSv)
A 组($n=30$)	2.61 ± 0.09	4.50 ± 0.35	102.86 ± 8.57	1.44 ± 0.12
B 组($n=30$)	0.24 ± 0.06	1.79 ± 0.18	44.29 ± 4.28	0.62 ± 0.06
C 组($n=30$)	0.25 ± 0.08	1.81 ± 0.16	45.71 ± 3.57	0.64 ± 0.05
F 值	22.01	33.23	38.70	69.68
P 值	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

表 4 3 组 CT 诊断与临床最终诊断结果比较(例, $n=30$)

组别	炎性改变				结核				胸膜增厚				胸腔积液			
	CT 诊断	临床诊断	χ^2 值	P 值	CT 诊断	临床诊断	χ^2 值	P 值	CT 诊断	临床诊断	χ^2 值	P 值	CT 诊断	临床诊断	χ^2 值	P 值
A 组	14	14	0.01	0.99	3	3	0.01	0.99	6	6	0.01	0.99	7	7	0.01	0.99
B 组	11	11	0.01	0.99	4	4	0.01	0.99	4	4	0.01	0.99	8	8	0.01	0.99
C 组	12	12	0.01	0.99	3	5	0.43	0.51	6	6	0.01	0.99	5	5	0.01	0.99

[参考文献]

- [1] 米娟,裴理辉,李君,等.胸部 X 线联合 CT 检查对肺部感染早期筛查的诊断意义.中华医院感染学杂志,2016,26(13):2963-2965.
- [2] Brenner DJ, Elliston CD, Hall EJ, et al. Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. AJR Am J Roentgenol, 2001,176(2):289-296.
- [3] Cravero JP, Blike GT, Beach M. Incidence and nature of adverse events during pediatric sedation/anesthesia for procedures outside the operating room: Report from the Pediatric Sedation Research Consortium. Pediatrics, 2006,118(3):1087-1096.
- [4] 陈春明,孔灵芝.中国成人超重与肥胖症预防控制指南.北京:人民卫生出版社,2006:3.
- [5] 屈双权,王瑞珂,肖婷,等.水合氯醛和咪达唑仑用于儿科门诊镇静的给药途径研究.儿科学杂志,2016,22(7):17-19.
- [6] 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. Med Phys, 1990, 17(2):287-295.
- [7] Menzel H, Schibilla H, Teunen D, et al. European guidelines on quality criteria for computed tomography. Luxembourg:European Commission, 2000:162.
- [8] Sabel BO, Buric K, Karara N, et al. High-Pitch CT pulmonary angiography in third generation dual-source CT: Image quality in an unselected patient population. PLoS One, 2016, 11(2):e0146949.
- [9] Hutt A, Duhamel A, Deken V, et al. Coronary calcium screening with dual-source CT: Reliability of ungated, high-pitch chest CT in comparison with dedicated calcium-scoring CT. Eur Radiol, 2016,26(6):1521-1528.
- [10] Mangold S, Wichmann JL, Schoepf UJ, et al. Automated tube voltage selection for radiation dose and contrast medium reduction at coronary CT angiography using 3(rd) generation dual-source CT. Eur Radiol, 2016,26(10):3608-3616.
- [11] Henzler T, Vogler N, Lange B, et al. Low dose time-resolved CT-angiography in pediatric patients with venous malformations using 3rd generation dual-source CT: Initial experience. Eur J Radiol Open, 2016,3:216-222.
- [12] Newell JD, Fuld MK, Allmendinger T, et al. Very low-dose (0.15 mGy) chest CT protocols using the COPDGen 2 test object and a third-generation dual-source CT scanner with corresponding third-generation iterative reconstruction software. Invest Radiol, 2015,50(1):40-45.
- [13] Rompel O, Glockler M, Janka R, et al. Third-generation dual-source 70-kVp chest CT angiography with advanced iterative reconstruction in young children: Image quality and radiation dose reduction. Pediatr Radiol, 2016,46(4):462-472.
- [14] 曾宪春,徐聆峰,韩丹,等.低管电压联合原始数据迭代重建技术在眼眶 CT 扫描中的应用.中国医学影像技术,2014,10(30):28-31.
- [15] Gordic S, Desbiolles L, Sedlmair M, et al. Optimizing radiation dose by using advanced modelled iterative reconstruction in high-pitch coronary CT angiography. Eur Radiol, 2016, 26(2):459-468.

《CT 与 MRI 袖珍断层解剖图谱 第 2 卷:胸、心、腹、盆腔》(第 4 版) 已出版

《CT 与 MRI 袖珍断层解剖图谱第 2 卷:胸、心、腹、盆腔》(第 4 版)中文版由李新华,王晓冬,翟宁主译,薛蕴菁教授主审,包括胸腔、心脏、腹部和盆腔断层解剖,还包括 MR 特殊检查和 MR 血管造影,每一层面均包括精确的断层解剖和对应的彩色插图,便于读者学习和记忆!

本书定价 80 元,当当网、卓越网、京东及全国各地新华书店及医学书店均有销售。

联系人:姜晓婷

电话:022-87892596,150 2261 3568

地址:天津市南开区白堤路 244 号,邮编:300192

网址:www.tssttpc.com

(汇款时请注明书名、册数、联系电话、是否要发票等)