

2017 AAPM 常规儿童胸部和腹盆部 CT 扫描方案解读

侯超, 王霄英

【摘要】 本文旨在解读美国医学物理师协会(AAPM)2017 年 7 月发布的最新版常规儿童胸部 CT 扫描方案和常规儿童腹盆部 CT 扫描方案。该方案的目的在于规范儿童胸部及腹盆部 CT 扫描,进一步降低辐射剂量。

【关键词】 儿童; 体层摄影术, X 线计算机; 扫描方案; 辐射剂量; 美国医学物理师协会

【中图分类号】 R05 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2017)11-1106-03

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2017.11.001

CT 扫描作为一项重要的临床诊断技术,在儿童群体中的使用率逐年增加。1996 年到 2010 年期间,美国 5 岁以下儿童 CT 扫描数从 11 次/1000 人增长至 15.8 次/1000 人,5~14 岁儿童 CT 扫描数从 10.5 次/1000 人增长至 23.9 次/1000 人^[1]。2011 年美国总计进行了约 8500 万次 CT 扫描^[2],其中 5%~11% 是在儿童中进行的^[3-5]。CT 在明显提高诊断效能的同时也带来了风险,CT 扫描的辐射剂量是常规 X 线平片的 100~500 倍,对人体可造成潜在危害,特别是增加肿瘤的发生风险。儿童是一个特殊的群体,因为处于生长发育期,对射线的敏感度高于成人,在接受与成人相同的辐射剂量时,儿童未来发生肿瘤的风险更高^[3]。Miglioretti 等^[1]的研究表明,400 万次儿童 CT 扫描可能在未来导致 4870 例肿瘤病例。因此,针对儿童 CT 扫描,应该更严格掌握适应证、优化扫描方案并进行辐射剂量管理,以降低射线的潜在伤害。

2017 年 7 月 21 日,美国医学物理师协会(American Association of Physicists in Medicine, AAPM)的 CT 质量联盟(Alliance for Quality Computed Tomography, AQCT)发布了新版常规儿童胸部 CT 扫描方案^[6]和常规儿童腹盆部 CT 扫描方案^[7](以下简称方案),对规范儿童 CT 扫描有重要的指导意义。AQCT 是 AAPM 的一个工作组,包括 CT 成像领域的医学物理师、各个主要 CT 生产厂家的代表以及相关学术团体和管理机构的联络人,如美国放射医师学院(American College of Radiology, ACR)、美国放射技师学会(American Society of Radiology Technologists, AS-TRO)和美国食品药品监督管理局(U. S. Food and Drug Administration, FDA)等。AQCT 基于合理性、具体作用、临床价值推荐扫描方案,有些方案与厂家的初始方案是不同的。方案中给出了当前常用 CT 设备的参数建议^[6,7]。下面就方案的主要内容进行解读。

主要内容

方案对常规儿童胸部和腹盆部 CT 扫描的适应证、诊断任务、关键要素、对比剂、患者体位、扫描范围、图像重建、辐射剂量管理、轴面 CT 扫描方案等提出了建议(表 1)。针对不同厂家的机型,给出了建议的扫描方案^[6,7]。根据不同年龄段,给出了容积 CT 剂量指数(Volume CT Dose Index, CTDIvol)的范围,以及计算体型特异性剂量估计(size specific dose estimate, SSDE)^[8]值的相关参数(表 2)。

重点解读

严格掌握适应证。儿童 CT 检查应严格掌握适应证,仅在必要时才行 CT 扫描,在可能的情况下尽量使用其它无辐射的检查方法。有研究表明,1/3 的儿童 CT 扫描不是必要的,如果取消这些不必要的扫描,可能将 CT 辐射导致的肿瘤风险降低 1/3^[3,9]。针对儿童 CT 扫描,临床医师与影像科医师应在已有证据的基础上,慎重考虑检查的风险及受益,选择适当的检查方法。

选择合适的扫描范围,采用合理的防护方法。方案指出应将扫描范围限于感兴趣的解剖部位,以避免扫描范围过大导致敏感器官接受不必要的辐射,如非必要则不进行重复扫描或延迟扫描。另外,对于射线敏感器官,如晶状体、甲状腺、性腺等,在扫描过程中使用铅屏蔽,可以有效降低辐射剂量。

使用合理的低剂量扫描技术。在保证诊断效能的基础上,应使用合理的扫描技术以尽可能降低 CT 辐射剂量,包括在扫描时应用 AEC、根据具体情况降低管电压和/或管电流、使用迭代重建算法等。应注意降低辐射剂量一定要建立在保证诊断效能的基础上,如儿童使用 AEC 时,较小的体型和体素可能导致某些解剖结构难以辨别,因此应根据具体情况选择合适的扫描技术^[10]。

做好患者教育,适当使用约束装置。在扫描前应

作者单位: 100034 北京,北京大学第一医院医学影像科

作者简介:侯超(1985—),男,陕西人,博士,主治医师,主要从事影像信息学研究工作。

通讯作者:王霄英, E-mail: cjr. wangxiaoying@vip. 163. com

表 1 2017 AAPM 常规儿童胸部和腹盆部 CT 扫描方案的主要内容

分类	常规儿童胸部 CT 扫描方案	常规儿童腹盆部 CT 扫描方案
适应证(包括但不限于)	①对胸部、血管、心脏和肺的发育性或先天性异常进行评估 ②对胸部肿块、囊肿或可疑恶性病变进行评估 ③对胸部感染、炎症或栓塞进行评估 ④对大血管的获得性病变进行评估 ⑤对气管支气管树的病变进行评估 ⑥对心功能进行评估 ⑦对间质性肺病进行评估 ⑧对术后并发症进行评估	①对腹盆部疼痛进行评估,特别是怀疑阑尾炎或泌尿系结石者 ②对腹部感染或炎症、肠道疾病或可能的梗阻进行评估 ③对腹盆部创伤进行评估 ④对腹盆部器官的先天畸形进行评估 ⑤对腹盆部肿块或液体积聚进行评估 ⑥对肠系膜、大网膜囊肿或其它囊性畸形进行评估 ⑦对肝和胆系进行评估 ⑧对血管异常进行评估 ⑨对怀疑的恶性肿瘤进行评估,或已知恶性肿瘤的治疗监测 ⑩病变切除后进行术后评估
诊断任务(包括但不限于)	①发现结节或肿块,明确其大小、形态以及与邻近器官的关系 ②发现肺的异常通气或扩张 ③发现胸部异常液体积聚 ④发现肺内和肺周异常气体积聚 ⑤发现纵隔内或血管周围的肿块和结节 ⑥发现胸壁肿块或胸膜病变的特征 ⑦发现软组织内或纵隔内钙化 ⑧发现气腔疾病 ⑨发现先天性或获得性解剖变异 ⑩发现获得性气管支气管变异(如支气管扩张) ⑪发现胸部的创伤性改变(如骨折、血管撕裂等) ⑫是发现血栓	①发现软组织肿块和异常液体积聚,并测量其大小 ②发现异常血液积聚 ③发现消化道外气体 ④发现先天畸形 ⑤发现血管旁的结节或软组织肿块 ⑥发现腹、盆部器官周围软组织水肿的特征
关键要素	①对比剂增强 ②患者的体位非常重要 ③辐射剂量管理非常重要 ④异常发现与背景差异较大,易于识别,故肺内病变使用高对比检查 ⑤能配合的患者屏气扫描,不能配合的患者平静呼吸扫描,容积或多平面重建	①患者的体位非常重要 ②尽可能使用螺旋扫描 ③应用自动曝光控制(Automatic Exposure Control,AEC)系统:不同 CT 厂家有其独立的命名与操作方法,操作者应对 AEC 系统的使用非常熟悉
对比剂	①口服:无 ②注射:根据适应证静脉注射对比剂	①口服:放射科医师根据情况选择
患者体位	①患者仰卧位,双臂置于头上方 ②将患者置于扫描机架中心,这对于 AEC 的正常工作非常重要 ③对于不能配合的儿童患者,可使用各种约束装置	①患者仰卧位
扫描范围	①从肺尖到肺底。对可配合的患者,指导患者在整个扫描期间吸气后屏气 ②将扫描范围限于感兴趣的解剖部位,以避免扫描范围过大导致敏感器官接受不必要的射线	①从肝顶到髂嵴或耻骨联合。对可配合的患者,指导患者在整个扫描期间吸气后屏气
图像重建	①根据适应证,进行矢状面或冠状面图像重建 ②薄层($\leq 1\text{mm}$)图像及后处理图像的生成、使用和存储可占用大量存储空间,需要根据科室的规定及在上级医师的指导下决定是否采用	
辐射剂量管理	①对于儿童,为达到特定诊断目的采用辐射剂量最低的方案是非常重要的 ②尽可能使用 AEC ③降低管电压,特别是对于较小的儿童患者 ④如非必要,不建议重复扫描或进行延迟扫描 ⑤对扫描参数的选择应十分慎重 ⑥不同 CT 厂家都有其独立的推荐方案,应与厂家和医学物理师密切合作,以保证 AEC 系统的安全和正常工作 ⑦如果需要扫描多于一个定位相,不同厂家 CT 的 AEC 会选择不同的定位相以决定 mA 和/或 kV,请参见操作指南 ⑧如有迭代重建算法,应尽可能使用以降低辐射剂量 ⑨推荐使用其它方法如基于器官的管电流调制 ⑩建立辐射剂量参考水平	
轴面 CT 扫描方案	①儿童胸、腹、盆部扫描优先使用 AEC,但在某些情况下可使用手动调节技术 ②儿童胸、腹、盆扫描使用 AEC 时,应注意较小的体型和体素可能导致某些解剖结构难以辨别	

对患者及其家长进行安抚,尽量缓解患者紧张情绪,并对可配合的患者进行呼吸训练。对可配合的患者,行胸部、腹盆部扫描时应指导患者在整个扫描期间吸气后屏气。对于不能配合的患者,可使用各种约束装置。

CT 辐射剂量管理。CT 辐射剂量管理首先涉及到各个 CT 辐射剂量参数,如容积 CT 剂量指数(volume CT dose index,CTDIvol)、剂量长度乘积(dose

length product,DLP)、体型特异性剂量估计(size specific dose estimate,SSDE)值、有效剂量(effective dose,ED)等。CTDIvol 和 DLP 可以在剂量报告中直接读取,而 SSDE 及 ED 需要经过计算得出;其中 SSDE 考虑到了患者体型大小,对儿童患者辐射剂量的评估尤其重要^[7]。在记录 CT 辐射剂量参数的基础上,可以建立本单位的辐射剂量参考水平(doserefe-

表 2 2017 AAPM 常规儿童胸部和腹盆部的 CT 辐射剂量相关参数

年龄	平均体重 (kg)	胸部				腹盆部			
		AP (cm)	Lat(cm)	有效直径 (cm)	CTDIvol(mGy) (32cm 体模)	AP (cm)	Lat(cm)	有效直径 (cm)	CTDIvol(mGy) (32cm 体模)
<1 岁	2.5~12.2	7~10	7~11	7~10	1.9~2.5	5~9	7~13	6~11	2.5~3.5
1~5 岁	8.1~23.8	11~13	12~18	11~15	2.4~3.4	10~12	14~16	12~14	3.5~4.6
5~10 岁	14.7~45.6	14~16	19~23	16~19	2.7~4.3	13~15	17~22	15~18	4.2~5.9
10~15 岁	24.9~78.3	17~20	24~28	20~23	3.5~5.7	16~18	23~27	19~22	4.9~6.7
>15 岁	40.5~95.7	21~23	29~33	24~27	5.2~8.8	19~21	28~32	23~26	6.6~11.2

注:前后径(anterior-posterior dimension,AP)、横径(lateral dimension,Lat)、有效直径用于 SSDE 的计算^[8]。

rence level,DRL)^[11],以评估当前扫描方案的合理性,并对扫描方案进行改进。

建立本单位的 CT 辐射剂量管理系统,监测儿童 CT 扫描方案

方案指出了儿童患者 CT 辐射剂量管理的重要性,提出了各年龄段的 CTDIvol 范围,并提供了计算 SSDE 的体型参数,为定量监测扫描方案提供了依据。方案还要求对 CT 辐射剂量的管理不仅是对 CTDIvol 和 SSDE 的记录和分析,而且包括了各种辐射剂量参数的记录、DRL 的建立、辐射剂量监控等诸多内容。

由于 CT 辐射剂量管理的重要性和复杂性,各个医疗机构应在条件成熟时建立本单位的 CT 辐射剂量管理系统,利用信息化方法监测儿童 CT 扫描方案,乃至全部 CT 扫描方案^[12]。信息系统应从 DICOM 数据中自动提取患者的性别、年龄、检查时间、扫描方案名称、CT 品牌和型号、CTDIvol 和 DLP 等数据,同时可以计算 SSDE 和 ED。

仅收集数据是不够的,应对数据进行实时分析、发现问题,并持续改进。面对迅速产生的大量数据,传统的方法处理能力不足,可借助新的数据挖掘工具^[13],将监测数据用于改善医疗行为,使影像服务规范化、标准化,保障患者的安全。

AAPM 发布 2017 版儿童胸部和腹盆部 CT 扫描方案,旨在规范儿童胸部及腹盆部 CT 扫描,以进一步降低辐射剂量。我们可以对照方案中的要点,根据实际情况调整扫描方案,加强辐射剂量管理,使辐射剂量达到尽可能低(as low as reasonably achievable,ALARA)的水平^[14]。

参考文献:

(收稿日期:2017-09-01)

[1] Miglioretti DL,Johnson E,Williams A,et al. The use of computed tomography in pediatrics and the associated radiation exposure and estimated cancer risk[J]. JAMA Pediatr,2013,167(8):700-707.

[2] IMV Medical Information Division. IMV 2012 CT market outlook report[R]. Des Plaines, IL: IMV Medical Information Division, 2012.

[3] Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography——an increasing source of radiation exposure[J]. N Engl J Med, 2007, 357(22): 2277-2284.

[4] Mettler FJ, Wiest PW, Locken JA, et al. CT scanning: patterns of use and dose[J]. J Radiol Prot, 2000, 20(4): 353-359.

[5] Berrington DGA, Mahesh M, Kim KP, et al. Projected cancer risks from computed tomographic scans performed in the United States in 2007[J]. Arch Intern Med, 2009, 169(22): 2071-2077.

[6] AAPM. Routine pediatric chest CT protocols[EB/OL]. <http://www.aapm.org/pubs/CTProtocols/documents/PediatricRoutineChestCT.pdf>, 2017-07-21

[7] AAPM. Routine pediatric abdomen and pelvis CT protocols[EB/OL]. <http://www.aapm.org/pubs/CTProtocols/documents/PediatricRoutineAbdomenPelvisCT.pdf>, 2017-07-21

[8] 张晓东,郭小超,王霄英. 体型特异性剂量估计的最新概念及临床应用[J]. 中国医学影像技术, 2016, 32(12): 1822-1826.

[10] 王霄英. 重视医学影像检查中的射线辐射防护[J]. 放射学实践, 2013, 28(3): 279-279.

[11] 侯超,张晓东,刘建新,等. 59521 例 CT 检查辐射剂量分析[J]. 放射学实践, 2016, 31(12): 1155-1158.

[12] 王霄英. 重视影像信息学工具的利用和研发,提升影像服务价值[J]. 放射学实践, 2016, 31(12): 1118-1119.

[13] 刘义,王霄英. 大数据概念在医学影像中的应用探索[J]. 放射学实践, 2016, 31(12): 1124-1126.

[14] Slovis TL. Children, computed tomography radiation dose, and the As Low As Reasonably Achievable (ALARA) concept[J]. Pediatrics, 2003, 112(4): 971-972.