

· 规范与共识 ·

儿童 CT 检查辐射剂量标准中国专家共识

中华医学会儿科学分会影像学组 中华医学会放射学分会儿科学组

通信作者:彭芸,国家儿童医学中心 首都医科大学附属北京儿童医院影像中心,北京 100045, Email: ppengyun@hotmail.com; 李欣,天津市第二人民医院放射科,天津 300192, Email: xinli.tj@163.com; 邵剑波,华中科技大学同济医学院附属武汉儿童医院 武汉市妇幼保健院影像中心 武汉市儿童影像医学临床医学研究中心,武汉 430015, Email: shaojb2002@sina.com

【摘要】 CT是临床常用的检查手段,儿童生长速度快,细胞分裂旺盛,X线会对儿童造成更严重的电离辐射损伤,如何在保证CT诊断的同时减少辐射剂量是儿童影像学的重点问题之一,但是目前国内尚无统一的儿童CT辐射剂量标准。为进一步规范儿童CT检查辐射剂量使用方法,在满足临床诊断的同时减少儿童所受的电离辐射损伤,中华医学会儿科学分会影像学组、中华医学会放射学分会儿科学组牵头组织国内相关专家,结合国内外专家共识和参考文献,经多次讨论,对儿童头颅平扫、鼻窦平扫、颞部平扫、颈部平扫、胸部平扫、腹部平扫、头颅增强、胸部增强、腹部增强的辐射剂量标准达成共识,旨在规范儿童CT检查的辐射剂量,更好地为儿童的健康安全服务。

【关键词】 体层摄影术,X线计算机; 儿童; 辐射剂量

Expert consensus on radiation dose of children CT examination

Radiology group of Chinese Pediatrics Society of Chinese Medical Association, Pediatrics group of Chinese Society of Radiology of Chinese Medical Association

Corresponding author: Peng Yun, Department of Radiology, Beijing Children's Hospital, Capital Medical University, National Center for Children's Health, Beijing 100045, China, Email: ppengyun@hotmail.com; Li Xin, Department of Radiology, Tianjin Second People's Hospital, Tianjin 300192, China, Email: xinli.tj@163.com; Shao Jianbo, Department of Imaging Center, Wuhan Children's Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan Maternal and Child Healthcare Hospital, Wuhan Clinical Research Center for Children's Medical Imaging, Wuhan 430015, China, Email: shaojb2002@sina.com

CT图像具有较高的空间分辨率、组织分辨率,是临床诊疗过程中的常用影像学检查方法^[1-3],与MRI相比,CT检查速度快、镇静要求低,在儿童应用中适用范围更广,使用更加普及^[4-5]。但CT检查所使用的X线会对人体造成电离辐射损伤,儿童处于生长发育期,细胞分裂、代谢旺盛,对电离辐射更为敏感^[6],临床中如何保持CT检查的正当性、合理

性^[7],在满足诊断要求的基础上最大限度降低辐射剂量,使医疗检查保持尽可能低剂量原则,是所有影像工作者关心的问题。但是目前,进行儿童低剂量CT研究和临床工作的最大障碍是没有适合我国儿童特点的、以CT辐射剂量诊断参考水平(diagnostic reference levels, DRL)为基础的扫描指南或专家共识,无法判断儿童CT扫描方案的先进

DOI: 10.3760/cma.j.cn112149-20231013-00291

收稿日期 2023-10-13 本文编辑 胡凌

引用本文:中华医学会儿科学分会影像学组,中华医学会放射学分会儿科学组. 儿童CT检查辐射剂量标准中国专家共识[J]. 中华放射学杂志, 2024, 58(2): 158-164. DOI: 10.3760/cma.j.cn112149-20231013-00291.



中华医学会儿科学分会影像学组
Chinese Medical Association Publishing House

版权所有 违者必究



性及合理性。制定适合我国儿童的 CT 检查辐射剂量指南或共识,为低剂量临床工作及研究工作提供参照依据是广大从业人员的迫切需求。为此,中华医学会儿科学分会影像学组、中华医学会放射学分会儿科学组组织相关专家,在汇总国内多中心大样本量儿童 CT 辐射剂量调查数据的基础上^[8],总结参考国内外 DRL 研究的现状,对我国儿童 CT 辐射剂量标准达成了一致意见,旨在推进国内儿童低剂量 CT 研究,从而最大限度地优化儿童 CT 辐射剂量与图像质量的平衡,实现在满足临床诊断的基础上,降低全体儿童患者 CT 辐射剂量的目的。

一、儿童 CT 检查辐射剂量 DRL 使用现状

1. DRL 介绍: DRL 的概念最初由国际放射防护委员会于 1991 年提出,之后多个国际组织,如联合国原子辐射影响科学委员会、国际原子能机构和世界卫生组织等,合作获得医源性辐射防护的循证医学证据,确认并推广了 DRL。DRL 指一个国家或地区内所有患者辐射剂量分布的某一百分位数对应的辐射剂量值,一般取第 75% 位数对应的值,如某一机构的检查辐射剂量高于此数值,提示可能存在辐射剂量的异常增高,需要复核检查方案以保证受检者安全。辐射剂量的单位一般为容积 CT 剂量指数(volume CT dose index, $CTDI_{vol}$)和剂量长度乘积(dose length product, DLP)。DRL 是临床检查中实际辐射剂量使用的统计结果,可以作为临床工作的参考依据, DRL 的应用,旨在取得图像质量和辐射剂量间的最佳平衡,从而保护受检者的健康生命权。

建立 DRL 用来改善医疗过程辐射防护和剂量优化已成为一种趋势,各种使用 X 线的检查,如 CT、介入检查、X 线平片等,均有各自的 DRL 标准,其中,由于 CT 应用广泛,低剂量工作进展快速,对 CT 检查 DRL 标准的需求最为迫切。DRL 是在一般正常 X 线检查工作流程中向受检者施加的辐射剂量是否存在异常高或低的标准,常规辐射剂量超过 DRL,需要进行回顾性分析来确定是否可以进行优化。通常需要通过 CT 设备状态和扫描方案进行调查分析,找到辐射剂量过高的原因,并进行改进。

全球已有多个国际组织及国家发布了 DRL 的研究结果^[9-11],实现了临床实践过程中量化评估辐射剂量的功能。由于要考虑到患者体型、检查部位等多种因素,收集足够的数据来实现个体化的 DRL 十分困难,所以一般均以标准体型的成人为评价目标,进行 DRL 标准的制定。DRL 根据收集信息区

域的大小分为国家级 DRL (national diagnostic reference levels, NDRL)、地区级 DRL (regional diagnostic reference levels, RDRL),以及本地级 DRL (local diagnostic reference levels, LDRL)。目前,发布 NDRL 标准的国家很少,只有美国^[12]、埃及^[13]、日本^[14]和少数欧洲国家^[15],虽然新加坡^[16]、韩国^[17]、马来西亚^[18]等也发布了 DRL,但根据数据来源及覆盖面判断均为 RDRL。LDRL 相对较多。儿童 DRL 研究结果显示不同机构的 DRL 参考值差异较大^[19-21]。在这些儿童 DRL 中,影响力较大的是 2018 年欧洲放射学会发布的 185 号文件(以下简称“EU2018”),为近年来儿童 CT 领域广泛应用的 DRL 结果^[21],2022 年,国内发布了《儿童 CT 扫描辐射剂量现状调查和诊断参考水平的初步探讨》(以下简称“CHN2022”),包含了 9 个常用 CT 检查部位,为儿童 CT 辐射剂量研究增加了重要的研究依据^[8]。同年,基于美国临床数据的 DRL 发表(以下简称“ACR2022”)^[12],对儿童常用的 10 个部位的 CT 辐射剂量做了统计分析,补充了儿童 DRL 的完整性。

DRL 是目前国际上广为接受的 CT 辐射剂量统计结果,此结果会受到临床经验、设备条件和培训水平等多种因素影响,为了实现患者利益的最大化,需要在 DRL 调查结果上,结合相关专家的使用经验,消除临床经验欠缺、培训水平不足等主观因素带来的使用差异,所以,单纯的 DRL 调查结果可以反映辐射剂量的现阶段使用水平,但是还需要进一步对辐射剂量的使用进行标准化推荐,更好地实现图像质量与辐射剂量之间的平衡。

2. 国内儿童 CT 检查辐射剂量标准的现状:随着影像工作者的努力,成人的辐射剂量研究逐渐系统化、规范化,国内已经发布了多项检查的 DRL 并成功制定了相应的辐射剂量标准,但是儿童 CT 辐射剂量规范化建设进度缓慢,目前,仍然没有明确的儿童 CT 辐射剂量标准或推荐意见。2002 年,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局颁布的《中华人民共和国国家标准 GB18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准》^[22]中,对放射诊断和核医学诊断的医疗照射指导水平作了简要说明,发布了成人头、腰椎、腹部的指导水平,数据来源为水当量体模,没有儿童相关数据。2012 年,卫生部颁布的《X 线计算机断层摄影放射防护要求 GBZ165-2012》^[23]中,首次使用了 DRL 的概念,对成人和儿童 CT 检查的 DRL 做了要求,数据来源是体模数据或援引国外的调查数据,无法反映我国 CT



检查辐射剂量分布的实际情况。在 2018 年发布的《中华人民共和国卫生行业标准 WS/T637-2018 X 射线计算机断层摄影成年人诊断参考水平》^[24]和 2020 年新发布的 GBZ130-2020《放射诊断放射防护要求》^[25]中,也是引用其他国家的 DRL,无法反映国内儿童 CT 真实情况。近期对儿童 DRL 的研究结果为 2017 年中华医学会放射学分会质量管理与安全管理学组发布的《CT 辐射剂量诊断参考水平专家共识》^[26],提出了儿童的 DRL,但是覆盖的 CT 检查部位数量少,仅包括了常用的头颅、胸部、腹部 CT 共 3 个项目,数据源数量少,来自 5 家综合医院,地域覆盖面不广,而且没有依据患儿的年龄或体重进行分组,不能反映当今儿童 CT 日益丰富的检查项目和年龄分布的需求。2022 年,CHN2022 与

ACR2022 相继发表,CHN2022 是目前国内儿童 CT 相关研究中涵盖检查项目较为齐全、地域覆盖较全面,且样本量充足的 DRL,ACR2022 为国际上儿童 CT 检查项目较为齐全、资料客观完整的 DRL,结合 EU2018,三者为建立国内儿童 CT 辐射剂量标准相关研究提供了可靠的原始数据。

二、儿童 CT 扫描辐射剂量标准推荐意见

本共识主要以 CHN2022 为基础,以 ACR2022 和 EU2018 为重要参考依据(表 1),以近期国内外相关的研究成果为补充参考^[13-18],对中国儿童头颅平扫、鼻窦平扫、颞部平扫、颈部平扫、胸部平扫、腹部平扫、头颅增强、胸部增强、腹部增强的 CT 辐射剂量标准做出如下推荐(表 2)。

1. 头颅平扫:CHN2022 调查各年龄段 75% 位数

表 1 国内外儿童不同部位不同年龄 CT 辐射剂量诊断参考水平

部位和年龄	CHN2022(50%)		CHN2022(75%)		ACR2022		EU2018	
	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}	DLP
头部平扫								
0~1 个月	17.0	209	26.9	347	23	344	24	300
>1 个月~4 岁	21.4	333	32.0	483	23~31	344~518	24~40	300~505
>4~10 岁	27.7	451	37.2	583	31~55	518~910	40~50	505~650
>10~14 岁	31.7	520	42.1	664	55	910	50	650
>14~18 岁	34.2	563	42.8	694	55	910	50	650
鼻窦平扫								
0~1 个月	8.8	68	15.2	156	—	—	—	—
>1 个月~4 岁	8.3	90	18.4	217	12	219	—	—
>4~10 岁	10.9	131	20.6	265	12~22	219~377	—	—
>10~14 岁	10.8	137	20.7	318	22	377	—	—
>14~18 岁	11.9	154	27.6	356	22	377	—	—
颞部平扫								
0~1 个月	32.2	175	49.2	296	—	—	—	—
>1 个月~4 岁	26.4	189	39.2	290	—	—	—	—
>4~10 岁	28.4	218	44.6	343	—	—	—	—
>10~14 岁	34.3	263	48.3	380	—	—	—	—
>14~18 岁	34.7	287	49.2	404	—	—	—	—
颈椎平扫								
0~1 个月	4.2	62	6.8	124	17	260	—	—
>1 个月~4 岁	4.9	79	8.1	126	11~17	179~260	—	—
>4~10 岁	5.4	104	8.0	161	11~12	179~241	—	—
>10~14 岁	6.5	150	12.2	260	24	490	—	—
>14~18 岁	6.7	169	14.3	316	24~34	490~707	—	—
胸部平扫								
0~1 个月	2.0	32	3.5	54	1.7	27	1.4	35
>1 个月~4 岁	2.6	50	3.9	85	1.7~2.2	27~49	1.8	50
>4~10 岁	2.9	76	4.1	119	2.2~2.5	49~70	2.7	70
>10~14 岁	4.2	137	7.0	218	2.5	70	3.7	115
>14~18 岁	5.1	178	8.0	293	4.1~7.4	128~257	5.4	200



续表 1

部位和年龄	CHN2022(50%)		CHN2022(75%)		ACR2022		EU2018	
	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}	DLP
腹部平扫								
0~1个月	2.7	65	6.3	155	—	—	—	45
>1个月~4岁	3.7	97	6.8	235	2.6	95	3.5	120
>4~10岁	5.1	187	7.8	300	2.6~4.8	95~171	5.4	150
>10~14岁	8.1	337	11.5	525	8.1	367	7.3	210
>14~18岁	9.3	395	13.2	564	8.1~11	367~510	13.0	480
颅脑增强								
0~1个月	13.6	481	17.1	784	—	—	—	—
>1个月~4岁	17.0	720	25.8	1 347	—	—	—	—
>4~10岁	20.7	987	30.8	1 548	—	—	—	—
>10~14岁	26.4	1 174	35.9	2 067	—	—	—	—
>14~18岁	14.8	1 447	23.9	2 218	—	—	—	—
胸部增强								
0~1个月	2.6	112	3.9	219	1.6	31	—	—
>1个月~4岁	2.4	127	3.9	255	1.6~2.4	31~58	—	—
>4~10岁	3.2	227	5.4	383	2.4~2.9	58~95	—	—
>10~14岁	4.6	405	8.0	596	7.2	272	—	—
>14~18岁	4.8	434	7.7	703	7.2~14.0	272~596	—	—
腹部增强								
0~1个月	3.2	199	6.6	450	2.4	60	—	—
>1个月~4岁	3.3	292	6.1	593	2.4~2.9	60~100	—	—
>4~10岁	4.4	507	8.0	877	2.9~4.6	100~170	—	—
>10~14岁	7.8	923	11.1	1 449	7.9	358	—	—
>14~18岁	8.2	1 060	12.4	1 636	7.9~11.0	358~511	—	—

注:CHN2022为《儿童CT扫描辐射剂量现状调查和诊断参考水平的初步探讨》中国内儿童CT辐射剂量参考水平报告结果^[8],50%为第50百分位数据,75%为第75百分位数据;ACR2022为《U.S. diagnostic reference levels and achievable doses for 10 pediatric CT examinations》中美两国儿童CT辐射剂量参考水平报告结果^[12];EU2018为欧洲放射学会发布的185号文件中欧洲儿童CT辐射剂量参考水平报告结果^[21];ACR2022和EU2018均为75%位数数据;CTDI_{vol}为CT容积剂量指数,单位为mGy;DLP为剂量长度乘积,单位为mGy·cm;—为无数据

表2 中国专家共识推荐不同部位不同年龄儿童CT检查辐射剂量标准

部位	0~1个月		>1个月~4岁		>4岁~10岁		>10岁~14岁		>14岁~18岁	
	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}	DLP
头部平扫	26.9	347	32.0	483	37.2	583	42.1	664	42.8	694
鼻窦平扫	15.2	156	18.4	217	20.6	265	20.7	318	27.6	356
颞部平扫	39.2	290	39.2	290	44.6	343	48.3	380	49.2	404
颈椎平扫	6.8	124	8.1	126	8.0	161	12.2	260	14.3	316
胸部平扫	2.0	32	2.6	50	2.9	76	4.2	137	5.1	178
腹部平扫	2.7	65	3.7	97	5.1	187	8.1	337	9.3	395
颅脑增强	17.1	784	25.8	1 347	30.8	1 548	35.9	2 067	35.9	2 067
胸部增强	3.9	219	3.9	255	5.4	383	8.0	596	7.7	703
腹部增强	6.6	450	6.1	593	8.0	877	11.1	1 449	12.4	1 636

注:CTDI_{vol}为CT容积剂量指数,单位为mGy;DLP为剂量长度乘积,单位为mGy·cm

与国外DRL研究结果基本相符,所以推荐以CHN2022的75%位数作为头颅平扫的辐射剂量标准。

2. 鼻窦平扫:4岁以上组CHN2022的DRL结果

的75%位数与ACR2022结果基本相符,4岁以下国外数据较少,经商讨,推荐以CHN2022的75%位数作为鼻窦平扫的辐射剂量标准。

3. 颞部平扫:国外数据缺失,国内结果显示0~



1 个月儿童的 CTDI_{vol} 及 DLP 均高于 >1 个月~4 岁儿童的数值, 出现辐射剂量与年龄的倒置, 考虑原因为该部位辐射剂量相关研究极少, 没有成熟的标准, 在此之前无相关经验可供借鉴使用, 造成扫描方案及辐射剂量使用的混乱, 推荐以 CHN2022 的 75% 位数作为颞部平扫的辐射剂量标准, 同时, 将 0~1 个月组的辐射剂量标准下调, 与 >1 个月~4 岁组保持一致。

4. 颈椎平扫: 国内数据均低于国外数据, 推荐以 CHN2022 的 75% 位数作为颈椎平扫的辐射剂量标准。

5. 胸部平扫: 相较于 ACR2022、EU2018 及其他 DRL 结果^[13-18], CHN2022 各年龄段 75% 位数均明显增高, 与 50% 位数基本相符, 结合国内外相关的低辐射剂量 CT 研究结果^[9, 26-27], 以及学会委员的应用经验, 推荐以 CHN2022 的 50% 位数作为胸部平扫的辐射剂量标准。

6. 腹部平扫: 调查结果与胸部平扫相似, 除 >14~18 岁年龄组, CHN2022 其余各年龄组均高于 ACR2022、EU2018 结果, 与 50% 位数基本相符, 所以, 推荐以 CHN2022 的 50% 位数作为腹部平扫的辐射剂量标准。

7. 颅脑增强: 国外数据缺失, 头颅增强 CTDI_{vol} 低于平扫, 考虑可能与增强扫描时改用螺旋扫描方案, 或颅脑增强主要以低剂量 CT 血管成像为主有关, 颅脑增强在 >10~14 岁组与 >14~18 岁组出现年龄与辐射剂量倒置情况, 经商讨, 推荐以 CHN2022 的 75% 位数作为颅脑增强的辐射剂量标准, 同时, 将 >14~18 岁组辐射剂量向上调整, 与 >10~14 岁组保持一致。

8. 胸部增强: 相较于 ACR2022, CHN2022 在 0~10 岁年龄组 CTDI_{vol} 的 75% 位数均明显增高, >10~18 岁组互有高低, 考虑为国内增强标准多为直接沿用胸部平扫扫描方案所致, 但考虑到胸部增强观察目标不仅包括自然对比度较高的肺组织, 同时需要评价自然对比度差的纵隔情况, 所以, 仍推荐以 CHN2022 的 75% 位数作为胸部增强的辐射剂量标准, 鼓励以 ACR2022 或 CHN2022 的 50% 位数作为目标进行前瞻性研究。同时, 笔者观察到 CHN2022 的 DLP 明显高于 ACR2022, 考虑为 ACR2022 所统计的均为单期增强扫描结果, 而 CHN2022 以完成 3 期扫描的 DLP 累加结果为主, 为统计方法差异所致。

9. 腹部增强: ACR2022 在各年龄段均低于

CHN2022, 考虑到 ACR 结果以单期扫描为主, 不能反映多期扫描的结果, 仍推荐以 CHN2022 的 75% 位数作为腹部增强的辐射剂量标准。

2012 年之后, 迭代重建算法 (iterative reconstruction, IR) 得到普及应用, 大量研究表明 IR 可以降低儿童 CT 辐射剂量的 30%~50%。目前, 国内绝大多数医疗机构已完成设备换代, 均使用 IR 完成扫描, 达到了降低辐射剂量的目的。据此, 推荐在设备允许的条件下, 应当充分利用 IR 的优势, 实现降低辐射剂量的目的。如设备不支持 IR, 建议根据实际情况调整扫描参数, 以尽量降低辐射剂量。

CHN2022 调查中, 部分医院在增强检查过程中, 根据患儿病情采取不使用平扫直接进行多期增强的方式, 或仅采用 1 期 CT 血管成像或实质期扫描来满足诊断要求, 减少了最终的辐射剂量, 保护了患儿健康, 据此, 推荐在充分了解患儿病情的前提下, 鼓励根据临床适应证减少增强 CT 的扫描期相。

三、不足与展望

随着低辐射剂量 CT 研究的发展, 辐射剂量标准逐渐细化, 从之前总体人群仅有 1 个参考数值, 发展到根据检查部位、患者年龄细化分组, 欧美国家的研究经验表明, 儿童 CT 的辐射剂量设置需要充分考虑儿童的特点, 即年龄和体型因素, 并建议根据适应证来进一步调整, 如 ACR2022 同时统计了基于年龄的 DRL 与基于体型的 DRL。制定本共识所依据的 CHN2022 为一项回顾性横断面调查研究, 为前期既有数据的收集, 在收集过程中, 仅可以保证性别、年龄数据的准确与完整, 绝大多数无身高信息, CT 平扫数据没有完整记录受检儿童体重信息, 导致无法计算体重指数获得体型信息, 所以 CHN2022 中未包含身高、体重信息, 只能根据年龄进行分组, 今后的临床实践过程中, 鼓励详细记录受检儿童身高、体重信息, 以便获得更加完整的数据, 帮助制定更加完整、精确、针对性强的儿童 CT 辐射剂量标准, 最终让患儿受益。

本次推荐意见主要基于 DRL 调查结果, 但是 DRL 结果仅仅收集了 CT 辐射剂量信息, 而没有关注图像质量, CT 低辐射剂量研究的前提是保证图像的诊断质量, 据此, 影像工作者需要关注辐射剂量较低的病例, 一般研究认为低于 25% 位数的数据需要复核图像质量, 如出现图像质量不能满足诊断需求, 需要寻找原因或修改扫描方案。在接下来的



研究中,要关注不同辐射剂量对图像质量的影响,如CT值、图像噪声值、对比噪声比等图像质量相关指标的评估工作,有学者指出更应该关注病变的检出水平^[28],以评估辐射剂量使用的合理性。

本次推荐意见没有涵盖儿童冠状动脉CT和心脏CT的数据,考虑到此次DRL以制定NDRL的推荐意见为主,此两项检查以大型专科儿童医院为主,常规综合医院开展尚不够普及,故没有列入收集计划,但考虑到冠状动脉CT和心脏CT在临床的重要性,需要在今后的调查中进行收集,列入评估范围。

本次推荐意见没有包含增强CT对比剂用量资料,鉴于增强CT数量的增加,对比剂肾脏损伤也是需要预防的目标之一,为此,大量关于低辐射剂量低对比剂用量的双低CT的研究已经陆续发表,制定增强CT对比剂用量也是未来研究方向之一。

需要指出的是,辐射剂量标准与DRL均为动态变化的数值,应随着成像设备的发展和技术革新、操作人员放射防护意识和知识的提升,进行定期更新。特别是不能忽视设备、技术的发展对儿童剂量的影响,与快速发展的CT成像技术相比,现有DRL的更新非常缓慢,如图像后处理算法的快速更新、核心算法对图像质量的影响、低电压扫描方案、双能CT扫描技术的应用等,都会对辐射剂量造成影响,因此必须确保定期更新DRL,以指导CT辐射剂量的推荐标准。另外,相比较NDRL而言,RDRL更应该得到重视,可以以省或市为单位根据本区域的发展程度、医疗设备条件和工作人员培训的情况,调查本地区的RDRL,制定本地区的CT辐射剂量推荐意见。

专业协会有责任利用自身的优势,支持并参与DRL的调查,建立CT检查辐射剂量标准,并进行推广和使用,以及定期更新标准,达到控制CT辐射剂量、保护儿童健康的目的。在临床实践中,专业协会和临床专家应根据辐射剂量标准,核查检查程序、组织和协调儿童CT成像的剂量调查,根据调查结果和结论提出建设性意见。

最后需要强调的是,本共识推荐的CT检查辐射剂量主要针对正常体型的儿童,不能用于特殊体型患者的CT辐射剂量参考,它不是剂量限值,也不适用于特殊患者个体,更不能用于法律法规和商业目的。

执笔者 孙记航(首都医科大学附属北京儿童医院影像中心)

专家组成员(按姓氏拼音排序):丁山(江西省儿童医院放射科)、杜桂枝(临沂市妇幼保健院放射科)、干芸根(深圳市儿童医院放射科)、韩美蓉(山西省儿童医院CT室)、何玲(重庆医科大学附属儿童医院放射科)、贺玉玺(包头市儿童医院 包头市第四医院影像科)、侯振洲(河北省儿童医院CT、磁共振科)、金科(湖南省儿童医院放射科)、赖灿(浙江大学医学院附属儿童医院放射科)、赖华(成都市妇女儿童中心医院放射科)、林剑军(广西壮族自治区妇幼保健院放射科)、宁刚(四川大学华西第二医院 华西妇产儿童医院放射科)、彭雪华(华中科技大学同济医学院附属武汉儿童医院影像中心)、乔中伟(复旦大学附属儿科医院放射科)、覃文华(柳州市妇幼保健院 柳州市儿童医院放射科)、盛茂(苏州大学附属儿童医院放射科)、石浩(昆明市儿童医院 昆明医科大学附属儿童医院放射科)、时胜利(河南省儿童医院放射科)、唐文伟(南京医科大学附属妇产医院放射科)、王春祥(天津市儿童医院影像科)、王强(泉州市妇幼保健院 儿童医院影像科)、王水(北京儿童医院新疆医院新疆维吾尔自治区儿童医院医学影像科)、严志汉(温州医科大学附属第二医院 育英儿童医院影像科)、杨明(南京医科大学附属儿童医院放射科)、杨秀军(上海交通大学医学院附属儿童医院影像科)、袁新宇(首都儿科研究所附属儿童医院放射科)、战跃福(海南省妇女儿童医学中心放射科)、张皓(兰州大学第一医院放射科)、赵建设(济南市儿童医院放射科)、赵鑫(郑州大学第三附属医院放射科)、周作福(福建省妇幼保健院 福建省儿童医院放射科)

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

- [1] de Koning HJ, van der Aalst CM, de Jong PA, et al. Reduced lung-cancer mortality with volume CT screening in a randomized trial[J]. N Engl J Med, 2020, 382(6):503-513. DOI: 10.1056/NEJMoa1911793.
- [2] Shiri I, Akhavanallaf A, Sanaat A, et al. Ultra-low-dose chest CT imaging of COVID-19 patients using a deep residual neural network[J]. Eur Radiol, 2021, 31(3): 1420-1431. DOI: 10.1007/s00330-020-07225-6.
- [3] Brisse HJ, McCarville MB, Granata C, et al. Guidelines for imaging and staging of neuroblastoma tumors: consensus report from the International Neuroblastoma Risk Group Project[J]. Radiology, 2011, 261(1): 243-257. DOI: 10.1148/radiol.11101352.
- [4] 孙记航. 迭代重建联合低电压技术应用于儿童低剂量CT的进展[J]. 中国医学影像技术, 2018, 34(2):314-317. DOI: 10.13929/j.1003-3289.201708018.
- [5] Zhu Y, Li Z, Ma J, et al. Imaging the infant chest without sedation: feasibility of using single axial rotation with 16-cm wide-detector CT[J]. Radiology, 2018, 286(1): 279-285. DOI: 10.1148/radiol.2017170019.
- [6] Martin CJ. Effective dose: practice, purpose and pitfalls for nuclear medicine[J]. J Radiol Prot, 2011, 31(2): 205-219. DOI: 10.1088/0952-4746/31/2/001.
- [7] Krille L, Dreger S, Schindel R, et al. Risk of cancer incidence before the age of 15 years after exposure to ionising radiation from computed tomography: results from a German cohort study[J]. Radiat Environ Biophys, 2015, 54(1):1-12. DOI: 10.1007/s00411-014-0580-3.
- [8] 孙记航,段晓岷,于彤,等. 儿童CT扫描辐射剂量现状调查和诊断参考水平的初步探讨[J]. 中华放射学杂志, 2022, 56(10):



- 1135-1140. DOI: 10.3760/cma.jcn112149-20220214-00115.
- [9] National Council on Radiation Protection. Reference levels and achievable doses in medical and dental imaging: recommendations for the United States, Report No. 172[EB/OL]. [2022-02-01] <https://www.cea.fr/drf/prosition/Documents/Prosinfo15.pdf>.
- [10] European Union. Diagnostic reference levels in thirty-six European countries Part 2. 2014[EB/OL]. [2022-02-01] <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/RP180%20part2.pdf>.
- [11] Hwang JY, Choi YH, Yoon HM, et al. Establishment of local diagnostic reference levels of pediatric abdominopelvic and chest ct examinations based on the body weight and size in Korea[J]. Korean J Radiol, 2021, 22(7): 1172-1184. DOI: 10.3348/kjr.2020.0890.
- [12] Kanal KM, Butler PF, Chatfield MB, et al. U.S. diagnostic reference levels and achievable doses for 10 pediatric CT examinations[J]. Radiology, 2022, 302(1): 164-174. DOI: 10.1148/radiol.2021211241.
- [13] Salama DH, Vassileva J, Mahdaly G, et al. Establishing national diagnostic reference levels (DRLs) for computed tomography in Egypt[J]. Phys Med, 2017, 39: 16-24. DOI: 10.1016/j.ejmp.2017.05.050.
- [14] Matsunaga Y, Chida K, Kondo Y, et al. Diagnostic reference levels and achievable doses for common computed tomography examinations: results from the Japanese nationwide dose survey[J]. Br J Radiol, 2019, 92(1094): 20180290. DOI: 10.1259/bjr.20180290.
- [15] Wall BF. Implementation of DRLs in the UK[J]. Radiat Prot Dosimetry, 2005, 114(1-3): 183-187. DOI: 10.1093/rpd/nch505.
- [16] Liang CR, Chen P, Kapur J, et al. Establishment of institutional diagnostic reference level for computed tomography with automated dose-tracking software[J]. J Med Radiat Sci, 2017, 64(2): 82-89. DOI: 10.1002/jmrs.210.
- [17] Cho PK. The development of a diagnostic reference level on patient dose for head computed tomographyangiography examinations in Korea[J]. Radiat Prot Dosimetry, 2013, 154(4): 505-509. DOI: 10.1093/rpd/ncs264.
- [18] Muhammad NA, Abdul Karim MK, Abu Hassan H, et al. Diagnostic reference level of radiation dose and image quality among paediatric CT examinations in a tertiary hospital in Malaysia[J]. Diagnostics (Basel), 2020, 10(8): 591. DOI: 10.3390/diagnostics10080591.
- [19] Priyanka, Kadavigere R, Sukumar S, et al. Diagnostic reference levels for computed tomography examinations in pediatric population-A systematic review[J]. J Cancer Res Ther, 2021, 17(4): 845-852. DOI: 10.4103/jcrt.JCRT_945_20.
- [20] Hayton A, Wallace A. Derivation of Australian diagnostic reference levels for paediatric multi detector computed tomography[J]. Australas Phys Eng Sci Med, 2016, 39(3): 615-626. DOI: 10.1007/s13246-016-0431-4.
- [21] European Commission. Radiation protection No. 185 European guidelines on diagnostic reference levels for paediatric imaging[M]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018.
- [22] 国家质量监督检验检疫总局. GB18771-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S]. 北京:中国标准出版社, 2003.
- [23] 中华人民共和国卫生部. GBZ165-2005X射线计算机断层摄影放射卫生防护标准[S]. 北京:人民卫生出版社, 2006.
- [24] 国家卫生健康委员会. WS/T 637-2018.X射线计算机断层摄影成年人诊断参考水平[EB/OL]. [2022-02-01] <http://www.nhc.gov.cn/ewebeditor/uploadfile/2018/10/20181012110201559.pdf>.
- [25] 国家卫生健康委员会. GBZ 130-2020. 中华人民共和国国家职业卫生标准[EB/OL]. [2022-02-01] <http://www.nhc.gov.cn/fzs/s7852d/202004/0506d49c2d274fee854832985a9019f3/files/310a2bfe75874b4f8fd0e03420178d91.pdf>.
- [26] 中华医学会放射学分会质量管理与安全管理学组. CT 辐射剂量诊断参考水平专家共识[J]. 中华放射学杂志, 2017, 51(11): 817-822. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2017.11.001.
- [27] 孙记航. 迭代重建算法在儿童CT中应用新进展[J]. 医学影像学杂志, 2018, 28(8): 1387-1389.
- [28] Viry A, Aberle C, Lima T, et al. Assessment of task-based image quality for abdominal CT protocols linked with national diagnostic reference levels[J]. Eur Radiol, 2022, 32(2): 1227-1237. DOI: 10.1007/s00330-021-08185-1.

