

口腔“四合一”X 射线摄影设备放射防护评价探讨

徐辉¹, 赵锡鹏², 冯泽臣³, 岳保荣¹, 刘国庆¹

1. 中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所, 辐射防护与核应急中国疾病预防控制中心重点实验室, 北京 100088; 2. 国家卫生健康委职业安全卫生研究中心, 北京 102308; 3. 北京市疾病预防控制中心 北京市预防医学研究中心, 北京 100013

摘要: **目的** 通过测量口腔“四合一”X 射线设备运行时受检者位置处散射射线剂量水平, 调查该设备安全联锁设置情况, 探讨口腔“四合一”设备的放射防护评价问题。 **方法** 利用口腔 CBCT 性能模体模拟受检者头部, 在 5 m² 机房内分别安装“四合一”X 射线设备的口内摄影组件、口外摄影组件, 使用 X、 γ 巡测仪对受检者位置处的散射射线剂量进行测试, 比较口内、口外摄影组件所带来的散射射线剂量影响。 **结果** 对于 5 m² 机房, CBCT 常用条件曝光时, 有口内摄影组件时受检者位置处剂量为 10.70 uSv/h, 无口内摄影组件时为 10.60 uSv/h, 口内摄影组件的存在对于受检者位置剂量无影响; 口内摄影组件曝光时, 受检者位置处剂量为 4.05~6.85 uSv/h, 口外摄影组件的存在对于接受口内机检查的受检者散射剂量无影响。 **结论** 对于新设备的放射防护评价需要综合考虑辐射安全和设备运行安全, 本研究结果为口腔“四合一”X 射线摄影设备的临床放射防护监管和评价提供建议。

关键词: 牙科 X 射线机; 口腔锥形束 CT; 放射防护; 患者剂量

中图分类号: X591 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X(2023)03-0322-06

Discussion on the evaluation of radiation protection of “four-in-one” dental X-ray equipment

XU Hui¹, ZHAO Xipeng², FENG Zechen³, YUE Baorong¹, LIU Guoqing¹

1. Key Laboratory of Radiological Protection and Nuclear Emergency, China CDC, National Institute for Radiological Protection, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100088 China; 2. National Center for Occupational Safety and Health, NHC, Beijing 102308 China; 3. Beijing Center for Disease Control and Prevention, Beijing Preventive Medicine Research Center, Beijing 100013 China

Abstract: **Objective** To evaluate the radiation protection of “four-in-one” dental X-ray equipment and to investigate the safety interlock of the equipment by measuring the scattered radiation at the position of the patient during operation. **Methods** A cone-beam CT dental phantom was used to simulate the patient's head. The intra-oral and extra-oral components of the “four-in-one” X-ray equipment were installed in a 5 m² room. The scattered radiation at patient position was measured using a γ /X-ray survey meter, and the effects of intra-oral and extra-oral components were compared. **Results** For a 5 m² room, when CBCT was exposed under typical conditions, the dose at the patient's position was 10.70 uSv/h when there was an intra-oral component and 10.60 uSv/h when there was no intraoral component. The intra-oral part did not affect the radiation dose at the patient's position. When the intra-oral component was exposed, the dose rate at the patient's position was 4.05-6.85 uSv/h, and the extra-oral part did not affect the scattered dose of the patient examined with intra-oral components. **Conclusion** The evaluation of radiation protection of new equipment must comprehensively consider radiation safety and equipment operation safety. The results of this study provide suggestions for clinical radiation protection supervision and evaluation of “four-in-one” dental X-ray equipment.

Keywords: Dental X-ray equipment; Dental cone-beam CT; Radiation protection; Patient dose

Corresponding author: YUE Baorong, E-mail: bryue@163.com

牙科 X 射线设备是口腔医院及口腔诊所的必备设备之一, 估计全球每年进行 11 亿次牙科放射检查, 全球平均检查频次为每年每千人 151 次检查^[1]。牙科

X 射线设备分为口内牙片机(intra-oral dental X-ray equipment, INTR)和口外牙科机(extra-oral dental X-ray equipment, EXTR),口内牙科摄影主要用于根尖片的拍摄,口外牙科摄影包括口腔全景摄影(panoramic imaging, PAN)、头影测量摄影(cephalometric imaging, CEPH)和口腔锥形束计算机体层摄影(cone-beam computed tomography, CBCT)^[2-3]。近年来,口腔 CBCT 在口腔放射影像检查中应用十分广泛^[4]。相对于其他口腔 X 射线检查,口腔 CBCT 检查曝光参数高、曝光时间长,其引发的对职业人员、受检者以及公众的辐射防护问题也引发了越来越多的关注^[5-6]。对于口腔放射学应用,国际组织和欧洲国家很早就认识到口腔诊疗中辐射防护的必要性,并制定了相应的牙科放射学辐射防护标准或指南^[7-8]。我国也非常重视牙科 X 射线设备的质量控制与放射防护工作^[9-10],近几年相继更新了包括牙科 X 射线设备在内的放射诊断设备的质量控制检测规范和场所放射防护要求^[11-12]。

我国职业卫生标准 GBZ 130—2020《放射诊断放射防护要求》^[11]中规定,“每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房,机房应满足使用设备的布局要求”,即我国要求 1 间机房只能安装 1 台固定式的 X 射线诊断设备,也就是“一机一室”。考虑到辐射防护的最优化、距离屏蔽以及其他因素,对于不同类型诊断设备的机房面积和屏蔽厚度有具体要求。2020 年 7 月,某公司发布了我国第一款“四合一”口腔 X 射线摄影设备,该设备集成了口腔 CBCT 摄影、全景摄影、头影测量摄影、口内牙片摄影等 4 种功能于一身。国家标准中并没有关于这类新设备机房设置及放射防护要求的明确规定,该设备的职业病危害放射防护评价和放射防护监管面临新的问题。新型放射诊断设备在设计时,应确保与传统放射诊断设备相比,职业人员、受检者和第三方不会面临额外的风险,并且符合利益风险比,本研究通过测量口腔“四合一”X 射线设备运行时受检者位置处散射线剂量水平以及调查安全联锁设置情况,探讨口腔“四合一”设备的放射防护评价问题。

1 材料与方法

1.1 口腔 CBCT 设备 “四合一”口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备,医疗器械注册证号:国械注准 20203060635,型号 Smart3D-X。

该设备主要由口外摄影组件和口内摄影组件两

部分构成。口内摄影组件用于口内牙科 X 射线摄影,配备单独球管;口外摄影组件用于口腔 CBCT 摄影、全景摄影和头影测量摄影功能,共用一个球管。

口外摄影组件具有 3 档可选 CBCT 视野(field of view, FOV),分别为:大视野 16 cm × 10 cm,中视野 8 cm × 8 cm,小视野 5 cm × 8 cm。管电压可调范围 60~100 kV,管电流可调范围 2~10 mA,曝光时间 12.5 s,等效滤过 7 mm Al。口内摄影组件管电压可调范围 60~70 kV,管电流为 5 mA。

1.2 测量仪器 选用 AT1123 型 X、 γ 巡测仪对“四合一”设备所在机房内受检者位置处散射线剂量水平进行测试,仪器经中国计量科学研究院检定合格。

1.3 测试场地 为了模拟临床实际条件,按照 GBZ 130—2020 标准^[11]对口腔 CBCT 设备的最低要求,选定一间机房有效使用面积 5 m²、最小单边长度 2 m 的调试机房开展测试,示意图见图 1。

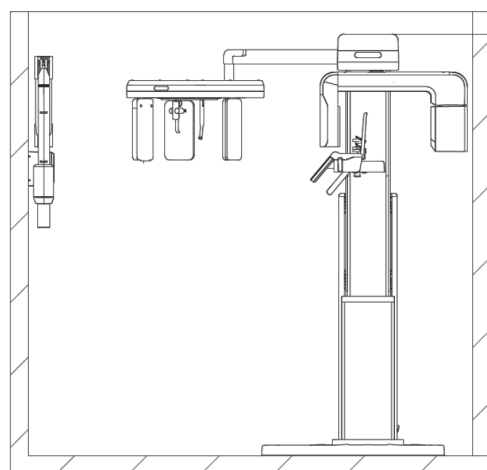


图 1 口腔“四合一”设备及其机房示意图

Figure 1 Schematic diagram of “four-in-one” dental X-ray equipment and its operation room

1.4 测试条件 全景扫描是线形束扫描,CBCT 是锥形束扫描,锥形束扫描时散射剂量较大^[13-14],且 FOV 越大产生的散射线水平越高^[15-16],本研究测试条件中均选用 CBCT 扫描模式,FOV 均选最大 16 cm × 10 cm。

CBCT 扫描参数选用最大条件(100 kV, 10 mA, 12.5 s)和常用条件(100 kV, 6 mA, 12.5 s)两种。口内摄影组件曝光时选用最大条件(70 kV, 5 mA, 2.0 s)。

1.5 测试方法 以口腔 CBCT 性能模体(型号 SedentexCT IQ)模拟受检者头部,用 AT1123 巡测仪测量受检者分别接受口内机和口外机检查时,受检者位置处的散射线剂量水平,以周围剂量当量率 $H^*(10)$ 表示。巡测仪有效测量点位于受检者位置,测量高度距地面 1 m,每个点曝光 2 次,记录每次曝光

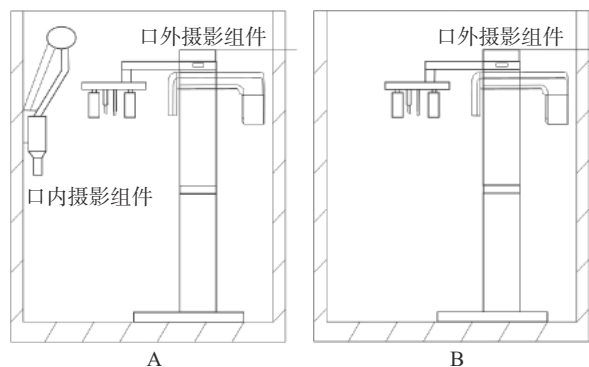
时的测量值,取 2 次曝光的平均值。

2 结果

2.1 口内摄影组件对 CBCT 扫描时受检者位置剂量的影响 在 5 m² 机房内,分别在单独安装口外摄影组件,及同时安装口外摄影组件和口内摄影组件 2 种情景下,测试接受口腔 CBCT 检查的受检者位置处的散射线剂量水平,分析口内摄影组件对受检者位置剂量的影响,示意图见图 2,检测结果见表 1。从表 1 可以看到,CBCT 扫描时,口内摄影组件的存在对于受检者位置处的散射线检测数值无明显差异,数值的变化属于正常牙科设备和测试仪器的波动。

2.2 口外摄影组件对口内摄影组件曝光时受检者位置剂量的影响 为模拟临床口内 X 射线检查时射线的不同入射方向,测试时以受检者背靠机房墙壁面向机房内部为前方,口内摄影组件曝光时主射线束选择 3 个方向。分别是右→左、前→后和左前→右后,测试示意图见图 3。

为比较口腔“四合一”设备的配置中口外摄影组件对口内摄影组件曝光时受检者位置剂量的影响,按照 GBZ 130—2020 标准对口内机房的最小要求,在 5 m²(2.5 m × 2 m)机房内同时安装口外摄影组件和口内摄影组件,和仅安装口内摄影组件,测试口内摄影组件 3 个入射方向时受检者位置处的散射线剂量,分



注: A.口外摄影组件和口内摄影组件同时存在; B.仅口外摄影组件存在。

图 2 口内摄影组件对 CBCT 扫描时受检者剂量的影响测试示意图

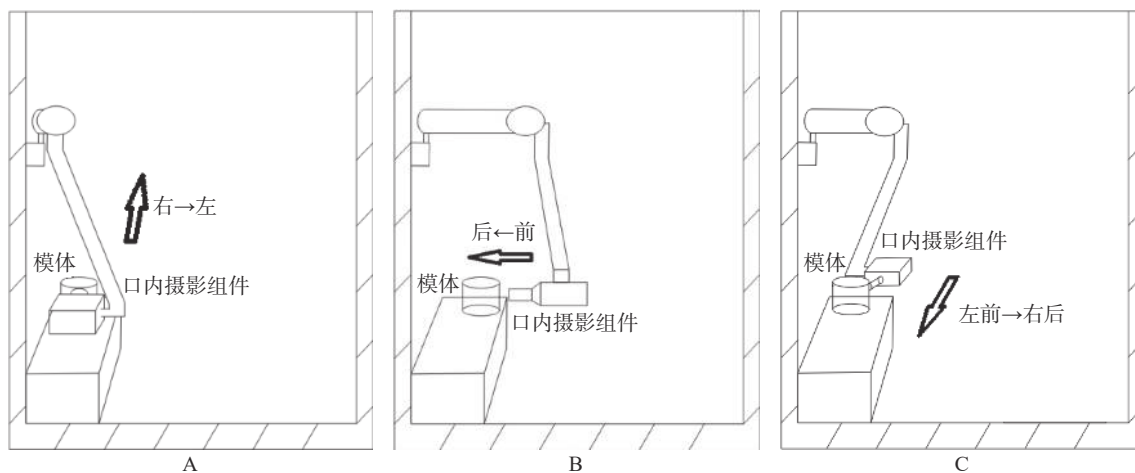
Figure 2 Schematic diagram of the influence of intra-oral components on radiation in the patient during cone-beam CT scan

表 1 口内摄影组件对 CBCT 扫描受检者位置剂量的影响

Table 1 Influence of the intra-oral components on radiation at the patient position during cone-beam CT scan

扫描模式	扫描条件	剂量率/(mSv/h)	
		有口内摄影组件	无口内摄影组件
CBCT	100 kV, 6 mA, 12.5 s	10.70	10.60
	100 kV, 10 mA, 12.5 s	17.85	17.90

析口外摄影组件对受检者位置剂量的影响。检测示意图见图 4,检测结果见表 2。从表 2 可以看出,在 5 m² 机房内,口外摄影组件的存在,对接受口内机检查的受检者位置处的散射线剂量水平无明显影响。



注: A.右→左; B.前→后; C.左前→右后。

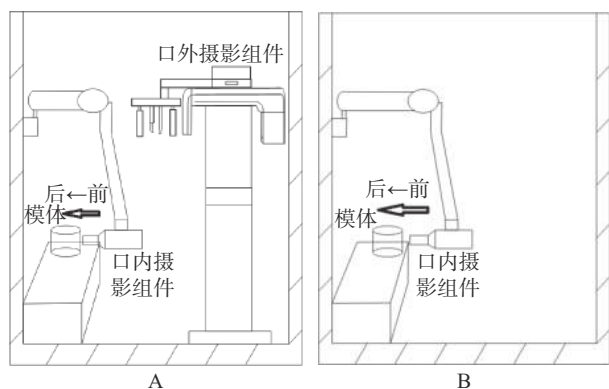
图 3 口内摄影组件曝光时 3 种入射方向测试示意图

Figure 3 Schematic diagram of three incident directions during exposure with the intra-oral components

3 讨论

开展口腔 X 射线检查时,受检者会接收到来自球管主射线、机房内散射线以及球管漏射线的剂量,其中机房散射线和球管漏射线对口腔 X 射线系统的

成像无意义,在实际临床工作中,需要从辐射防护最优化的角度,在满足诊断影像的前提下尽可能地降低受检者剂量,并且在机房内不得放置与临床检查无关的杂物,降低机房内的散射线剂量水平。国内外已有



注：A.口外摄影组件和口内摄影组件同时存在；B.仅口内摄影组件存在。

图4 口外摄影组件对口内摄影组件曝光时受检者位置剂量的影响示意图

Figure 4 Schematic diagram of the influence of extra-oral components on radiation at the patient position during exposure with the intra-oral components

表2 口外摄影组件对口内摄影时受检者位置剂量的影响

Table 2 Influence of extra-oral components on radiation at the patient position during exposure with the intra-oral components

模式	射线方向	是否有口外摄影组件	周围剂量当量率/(mSv/h)
口内摄影(70 kV, 5 mA, 2 s)	右→左	有	4.05
		无	4.05
	前→后	有	6.85
		无	6.85
	左前→右后	有	5.05
		无	5.10

部分学者调查研究了临床受检者接受口内牙科 X 射线机检查时的剂量^[17]以及口外牙科 X 射线机的受检者剂量^[18-20],并对不同防护条件下接受口腔 X 射线设备检查的受检者的辐射剂量开展了比较研究^[21-22]。对于新出现的口腔“四合一”设备,其机房内不同组件对受检者位置处散射剂量水平的影响还未见研究报道。

随着正畸及种植医疗服务的不断普及,越来越多的口腔医疗机构开始配备包括全景摄影、头影测量摄影、CBCT 摄影等功能的口外 X 射线摄影设备。据调研,口腔“四合一”X 射线设备属于国内首创,解决了一部分市场需求,并且已经陆续有其它厂家注册和生产这种设备。针对这种新型口腔“四合一”X 射线设备,本研究对设备的不同组件对受检者位置处的散射剂量进行了测试,发现对于 5 m² 的机房,口外摄影组件曝光时,收缩在墙壁上的口内摄影组件并不会增加机房内的散射线;口外摄影组件的存在对于接受口内机检查的受检者散射剂量没有明显影响。其原因可

能是口内组件体积较小,口外机组件曝光时口内机组件紧贴在墙上,其所带来的散射很小;另外口内机曝光时能量较低,时间较短,视野很小(一般为直径 6 cm),机房内整体散射线水平较低。因此从机房内散射剂量的角度,口腔“四合一”设备中口内摄影组件和口外摄影组件造成的散射线对受检者剂量和影像质量基本无影响。

对于新型设备的放射防护监管与评价,除了考虑散射辐射对患者的影响外,还需要考虑辐射安全与运行问题。口腔“四合一”X 射线设备是将口内机组件和口外机组件组合成了新的口腔检查设备,包含 2 个球管,厂家在产品的设计时须利用红外联锁或者供电联锁等方式,避免口内、口外 2 个组件同时曝光。此外,由于机房内同时存在口内机组件和口外机组件,厂家还需要保证在口外机组件旋转运行时,口内机组件不会出现在口外机的旋转轨迹上。本研究中的设备的安全联锁功能设计为只有当口内摄影组件收回靠在墙壁上时,口外摄影组件部分才能激活并曝光,保护受检者不会受到意外照射,各组件运行时不会发生意外碰撞。

对于相关标准中未涉及的新设备的防护要求,需要从设备使用的正当性、辐射防护最优化等方面进行综合考虑,既要引导放射诊疗技术合理应用,促进放射诊疗工作有序发展,保障职业人员、受检者以及周围公众的辐射安全和设备运行安全。通过本研究结果,笔者认为对于口腔“四合一”设备,在满足设备安全联锁,口内组件和口外组件不可能同时曝光,并且任何运行状态下,各组件都不会发生碰撞的条件下,可以暂时按照 GBZ 130—2020 表 2 中“口腔 CBCT 坐位扫描/站位扫描”的机房最小使用面积 5 m² 和机房最小单边长度 2.0 m 的要求执行。在执行牙科 X 射线检查时,应根据临床需要选择适当的检查手段,在满足影像诊断要求的前提下,选择剂量较低的 X 射线影像检查设备,并尽可能降低曝光参数,对受检者使用个人防护用品和辅助防护设施^[8, 13],降低受检者所接受的辐射剂量,切实保护职业人员和受检者健康权益。

本研究为国家职业卫生标准(GBZ 130—2020)的应用及之后的修订提供了支持,为此类设备的行政管理和卫生监督提供了参考。

利益冲突 本研究由署名作者按以下贡献声明独立开展,排名无争议。文章不涉及任何利益冲突

作者贡献声明 徐辉、赵锡鹏负责论文撰写和现场试验；冯泽臣、刘国庆负责参与数据整理和论文修改；岳保荣负责研究方案设计和论文审核

参考文献

- [1] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 2020/2021 Report to the General Assembly with Scientific Annexes A Volume I[R]. New York: United Nations, 2022.
- [2] Firetto MC, Abbinante A, Barbato E, et al. National guidelines for dental diagnostic imaging in the developmental age[J]. *Radiol Med*, 2019, 124 (9): 887-916. DOI: 10.1007/s11547-019-0103-8-4.
- [3] Nemtoi A, Czink C, Haba D, et al. Cone beam CT: a current overview of devices[J]. *Dentomaxillofac Radiol*, 2013, 42 (8): 20120443. DOI: 10.1259/dmfr.20120443.
- [4] Wanderley VA, de Faria Vasconcelos K, Leite AF, et al. Dentomaxillofacial CBCT: Clinical challenges for indication-oriented imaging[J]. *Semin Musculoskelet Radiol*, 2020, 24 (5): 479-487. DOI: 10.1055/s-0040-1709428.
- [5] Tsapaki V. Radiation protection in dental radiology – Recent advances and future directions[J]. *Phys Med*, 2017, 44: 222-226. DOI: 10.1016/j.ejmp.2017.07.018.
- [6] 石红梅, 赵思京, 魏祥, 等. 北京市东城区牙科X射线机性能及防护检测评价[J]. *中国辐射卫生*, 2021, 30 (5): 577-580. DOI: 10.13491/j.issn.1004-714X.2021.05.011.
- [7] Shi HM, Zhao SJ, Wei X, et al. Investigation on quality control and radiation protection of dental X-ray equipment in Beijing Dongcheng district[J]. *Chin J Radiol Health*, 2021, 30 (5): 577-580. DOI: 10.13491/j.issn.1004-714X.2021.05.011.
- [8] Rehani MM, Gupta R, Bartling S, et al. ICRP Publication 129: Radiological protection in cone beam computed tomography (CBCT)[J]. *Ann ICRP*, 2015, 44 (1): 7-127. DOI: 10.1177/0146645315575485.
- [9] European Commission. Radiation protection No 172: Cone beam CT for dental and maxillofacial radiology (evidence-based guidelines)[M]. Strasbourg: European Commission, 2012.
- [10] 郭小龙, 李刚, 程勇, 等. 口腔X线平片检查中辐射防护的安全标准[J]. *中华口腔医学杂志*, 2017, 52 (12): 762-772. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2017.12.011.
- [11] Guo XL, Li G, Cheng Y, et al. Standards and guidelines of radiation protection and safety in dental X-ray examinations[J]. *Chin J Stomatol*, 2017, 52 (12): 762-772. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2017.12.011.
- [12] 张灶钦, 耿继武, 许志强, 等. 广东省44家口腔诊所牙科X射线诊断放射防护现状及常见问题探讨[J]. *中国辐射卫生*, 2022, 31 (6): 704-707, 712. DOI: 10.13491/j.issn.1004-714X.2022.06.011.
- [13] Zhang ZQ, Geng JW, XU ZQ, et al. Current situation and discussion on common problems of radiation protection for dental X-ray diagnostic project in 44 dental clinics in Guangdong province, China[J]. *Chin J Radiol Health*, 2022, 31 (6): 704-707, 712. DOI: 10.13491/j.issn.1004-714X.2022.06.011.
- [14] 国家卫生健康委员会. GBZ 130—2020 放射诊断放射防护要求[S]. 北京: 中国标准出版社, 2020.
- [15] National Health Commission of the People's Republic of China. GBZ 130 —2020 Requirements for radiological protection in diagnostic radiology[S]. Beijing: Standards Press of China, 2020.
- [16] 国家卫生健康委员会. WS 76—2020 医用X射线诊断设备质量控制检测规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2021.
- [17] National Health Commission of the People's Republic of China. WS 76 —2020 Specification for testing of quality control in medical X-ray diagnostic equipment[S]. Beijing: Standards Press of China, 2021.
- [18] 韩国嵩, 李刚. 口腔常用X线检查片的辐射剂量及风险[J]. *中日友好医院学报*, 2015, 29 (2): 105-106, 112. DOI: 10.3969/j.issn.1001-0025.2015.02.011.
- [19] Han GS, Li G. Radiation dose and risk of oral X-ray examination films[J]. *J China-Japan Friendship Hosp*, 2015, 29 (2): 105-106, 112. DOI: 10.3969/j.issn.1001-0025.2015.02.011.
- [20] 曲兴民, 李刚, Ludlow JB, 等. ProMax3D口腔颌面锥形束CT不同扫描参数设置下的辐射剂量研究[J]. *中华口腔医学杂志*, 2011, 46 (9): 562-563. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2011.09.013.
- [21] Qu XM, Li G, Ludlow JB, et al. Study on radiation dose of ProMax3D dental and maxillofacial cone beam CT with different scanning parameter settings[J]. *Chin J Stomatol*, 2011, 46 (9): 562-563. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2011.09.013.
- [22] 张立新, 于洋, 董小刚, 等. 口腔COPT与CBCT对受检者的体表辐射剂量对比[J]. *中国医疗设备*, 2015, 30 (7): 112-114. DOI: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.036.
- [23] Zhang LX, Yu Y, Dong XG, et al. Comparative study on patient surface radiation doses of oral COPT and CBCT[J]. *China Med Dev*, 2015, 30 (7): 112-114. DOI: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.07.036.
- [24] 田青香, 娄云, 王宏芳, 等. 口腔COPT与CBCT受检者入射体表剂量对比研究[J]. *中国辐射卫生*, 2018, 27 (1): 48-51. DOI: 10.13491/j.cnki.issn.1004-714X.2018.01.013.
- [25] Tian QX, Lou Y, Wang HF, et al. Comparative study on the entrance surface dose of oral COPT and CBCT subjects[J]. *Chin J Radiol Health*, 2018, 27 (1): 48-51. DOI: 10.13491/j.cnki.issn.1004-714X.2018.01.013.
- [26] 于久愿, 黄新生. 牙科摄影受检者吸收剂量研究[J]. *中国辐射卫生*, 2008, 17 (2): 180-181. DOI: 10.3969/j.issn.1004-714X.2008.02.027.

- Yu JY, Huang XS. Study of absorbed doses received by examinee in dental radiography[J]. *Chin J Radiol Health*, 2008, 17 (2) : 180-181. DOI: [10.3969/j.issn.1004-714X.2008.02.027](https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-714X.2008.02.027).
- [18] Vassileva J, Stoyanov D. Quality control and patient dosimetry in dental cone beam CT[J]. *Radiat Prot Dosimetry*, 2010, 139 (1/3) : 310-312. DOI: [10.1093/rpd/ncq011](https://doi.org/10.1093/rpd/ncq011).
- [19] 冯泽臣, 张志彬, 王宏芳, 等. 牙科X射线诊断的受检者剂量调查研究[J]. *中国辐射卫生*, 2019, 28 (3) : 271-275. DOI: [10.13491/j.issn.1004-714X.2019.03.014](https://doi.org/10.13491/j.issn.1004-714X.2019.03.014).
- Feng ZC, Zhang ZB, Wang HF, et al. A survey of examinee doses in dental X-ray examinations[J]. *Chin J Radiol Health*, 2019, 28 (3) : 271-275. DOI: [10.13491/j.issn.1004-714X.2019.03.014](https://doi.org/10.13491/j.issn.1004-714X.2019.03.014).
- [20] 罗葳, 赵越, 王建超. 对一种口腔锥形束CT的有效剂量的估算[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2017, 37 (3) : 222-225. DOI: [10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2017.03.012](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2017.03.012).
- Luo W, Zhao Y, Wang JC. Estimation of effective doses from a dental cone beam computed tomographic scanner[J]. *Chin J Radiol Med Prot*, 2017, 37 (3) : 222-225. DOI: [10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2017.03.012](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2017.03.012).
- [21] 赖宇林, 温晓琴, 张安明, 等. 两种防护下口腔CBCT受检者辐射剂量对比研究[J]. *全科口腔医学杂志*, 2019, 6 (1) : 2-3. DOI: [10.3969/j.issn.2095-7882.2019.01.002](https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-7882.2019.01.002).
- Lai YL, Wen XQ, Zhang AM, et al. Comparative study on radiation dose of oral CBCT patients under two types of protection[J]. *General J Stomatol*, 2019, 6 (1) : 2-3. DOI: [10.3969/j.issn.2095-7882.2019.01.002](https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-7882.2019.01.002).
- [22] 张立新, 王凯, 刘畅, 等. 口腔CBCT受检者的辐射防护实验研究[J]. *医学综述*, 2018, 24 (20) : 4127-4132. DOI: [10.3969/j.issn.1006-2084.2018.20.032](https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-2084.2018.20.032).
- Zhang LX, Wang K, Liu C, et al. Experimental study of oral CBCT patients radiation protection[J]. *Med Recapitul*, 2018, 24 (20) : 4127-4132. DOI: [10.3969/j.issn.1006-2084.2018.20.032](https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-2084.2018.20.032).
- (收稿日期:2023-02-13)

欢迎订阅! 欢迎投稿!

《中国辐射卫生》

网站: www.zgfsws.com

邮箱: redi@chinajournal.net.cn

电话: 0531-59567177, 59567178