

颌面全景检查中受检者晶状体受照剂量研究

高泽宇^{1,2}, 王立华³, 李腾飞⁴, 朱建国¹, 杨淑慧¹

1. 山东省医学科学院放射医学研究所, 山东 济南 250062; 2. 济南大学 山东省医学科学院医学与生命科学学院

3. 济南市济钢医院; 4. 济南市口腔医院

摘要: **目的** 对颌面全景检查中受检者晶状体受照剂量进行测量和分析;**方法** 利用仿真人体头模及热释光剂量计, 对颌面全景检查中受检者晶状体所受剂量进行模拟测试;**结果** 颌面全景检查受检者晶状体单次受照剂量平均值为 46.37 μSv , 使用防护用品可将单次受照剂量平均值降低至 3.48 μSv ;**结论** 颌面全景检查中应对晶状体进行合理的防护, 有效的防护可使晶状体受照剂量降低 92.5%。

关键词: 颌面全景检查; 晶状体剂量; 防护

中图分类号: R144.1 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X(2019)03-0282-04

The exposure dose of lens in maxillofacial panoramic examination

GAO Zeyu^{1,2}, WANG Lihua³, LI Tengfei⁴, ZHU Jianguo¹, YANG Shuhui¹

1. Institute of Radiation Medicine, Shandong Academy of Medical Sciences, Jinan 250062 China;

2. School of Medicine and Life Sciences, University of Jinan-Shandong Academy of Medical Sciences

3. Jinan Jigang Hospital; 4. Jinan Stomatological Hospital

Abstract: **Objective** To measure and analyse the exposure dose of lens in maxillofacial panoramic examination. **Methods**

Simulate the exposure dose of lens in maxillofacial panoramic examination by using head mold and thermoluminescence dosimeter. **Results** The average exposure dose of lens in maxillofacial panoramic examination is 46.37 μSv . It can be reduced to 3.48 μSv by using protective equipment. **Conclusion** The lens should be protected reasonably in maxillofacial panoramic examination. Effective protection can reduce the dose of lens exposure by 92.5%.

Key words: Maxillofacial Panoramic Examination; Dose of the Lens; Protection

Corresponding author: YANG Shuhui, E-mail: 492846160@qq.com

牙齿健康是人体健康的重要组成部分,世界卫生组织将牙齿健康确定为人体健康十大标准之一。随着经济水平的发展和人民群众健康意识的提高,牙齿健康已经引起越来越多人的关注。口腔颌面全景检查作为一种影像检查技术被广泛应用于临床,其临近敏感器官晶状体的防护也变得尤为重要。由于目前所使用的放射防护用品,如铅眼镜,铅面罩等多适用于放射诊疗工作人员,遮盖面积较大,若用于受检者晶状体防护,则容易出现上颌骨被遮挡, X 光片出现伪影等问题,故临床上几乎无法为受检者佩戴晶状体防护用品,致使晶状体直接暴露于 X 射线照射下。

为了降低电离辐射诱发白内障的可能,国际放射防护委员会 ICRP 将职业照射眼晶体的年剂量限值有 150 mSv 下降至 20 mSv^[1], 同年,国际原子能机构 (IAEA) 采纳了该值^[2]。可见晶状体受照问题已经被

各机构重视,在国际辐射防护协会 (IRPA) 及 ICRP 不断强调晶状体敏感性和重要性的背景下,为了解受检者晶状体在颌面全景检查中所受的剂量并针对性的提出措施,本实验将利用仿真人体模型,针对常用的颌面全景扫描条件,对受检者晶状体受照剂量进行研究。

为了更加准确的模拟颌面全景检查中受检者眼晶体所受剂量,本实验采用了由国际辐射剂量单位与测量委员会 (ICRU) 48 号报告^[3]命名的“成都剂量体模” (Chengdu Dosimetric phantoms) 的成年男性体模头模模拟受检者,“成都剂量体模”按照中国人种体型设计,采用无金属添加剂全能谱辐射等效材料,使模体对于射线的反散射更加接近于真实人体,使得测量结果更加准确,更加具有代表性。

1 材料和方法

基金项目: 山东省医学科学院青年基金 (2015-59); 山东省医学科学院医药卫生创新工程

作者简介: 高泽宇 (1990 -), 男, 山西侯马人, 助理研究员, 从事放射防护检测与评价工作。E-mail: 18678890820@163.com

通讯作者: 杨淑慧, E-mail: 492846160@qq.com

1.1 仪器设备 颌面全景 X 射线机:芬兰普兰梅卡 (Planmeca) Promax 型口腔全景机、芬兰普兰梅卡 (Planmeca) Proline 型口腔全景机、德国西诺德 (Sirona) ORTHOPHOS 型口腔全景机。热释光剂量计:北京光润意通辐射检测设备有限公司产 GR-200A 热释光探测器 LiF (Mg, Cu, P) 片计,探测器为圆形,厚度 0.4 mm,直径 3.6 mm,分散性 $\leq 2.0\%$ 。测量设备:RGD-3B 型热释光剂量仪,2000B 型 TLD 远红外退火炉。成都方拓仿真技术有限责任公司产成都剂量模体 (Chengdu Dosimetric phantoms)。

1.2 试验方法 对于晶状体剂量计,目前国际上并没有统一的设计、转换系数和校准模体。本实验使用 Hp(3) 表征晶状体剂量,本实验所采用的晶状体剂量计采用正圆柱注水体模,医用诊断 X 射线质 (PQR) 进行校准,该正圆柱体模是欧洲合作项目提出的一种采用 ICRU 4 组织材料制作的体模,并给出能量和角度转换因子,这种模体能更够好的模拟晶状体的位置,具体说明见文献^[4]。该 Hp(3) 剂量计校准模体及射线质较为接近颌面全景检查的实际情况^[5-6],故本实验选取该剂量计用于表征颌面全景检查中受检者晶状体剂量。

1.3 实验内容 根据临床常用颌面全景摄影检查项目,选取成年男性常用曝光条件,利用成年男性人体仿真头模,对晶状体受照剂量进行检测。颌面全景机曝光条件一般为 60~90 kv,4~12 mA,为了避免曝光条件差异导致的剂量差异,本实验参考临床工作人员意见及机器自身设置,将曝光条件统一设置为 68 kV、8 mA、14 s,根据相关研究,颌面全景检查中,受检者左右眼受照剂量相差不超过 10%^[5],故而本实验统一将 TLD 放置于受检者左眼。

1.4 实验步骤

1.4.1 制备热释光剂量计 将热释光剂量片计置于退火皿中,使用 2000B 型 TLD 退火炉退火,退火温度设置为 240°,退火时间 10 min,退火结束后取出退火皿进行自然冷却,冷却结束后将热释光剂量片装入剂量计佩戴夹备用。

1.4.2 晶状体受照实验 选取不同机器,将准备好的

剂量计佩戴夹置于仿真人体头模晶状体处模拟受照,调节口腔颌面全景设备条件至实验设置值,将成都剂量模体 (Chengdu Dosimetric phantoms) 仿真人体头模置于检查位置处,并操作机器进行曝光,曝光完成后更换新的剂量计并重复以上操作。实验结束后,将受照后的剂量计佩戴夹标记整理,以备测量。

1.4.3 铅眼罩式防护用品防护效果测试 任选一台机器,即 2 号 Promax 型颌面全景机按 1.4.2 中方法进行试验后,使用 0.35 mm 铅当量眼罩式防护用品遮盖晶状体及剂量计,得到剂量计用以测量防护下的晶状体剂量,为防止铅眼罩后的剂量计检测结果过低,本步骤将在测量无防护和有防护时分别用颌面全景机连续曝光 10 次,以避免结果不准确。

1.4.4 将采集的所有个人剂量计带回实验室,使用 RGD-3B 型热释光剂量仪对剂量计进行测量并对数据进行记录、整理、分析。数据分析软件为 Microsoft Excel 2010。

1.5 质量控制

本次实验所使用热释光元件均为同一厂家、同一批次产品。热释光元件退火、受照、测量均在一周内完成。实验所使用的颌面全景 X 射线机均按照国家标准要求进行了设备状态检测,检测结果合格;热释光剂量计及热释光剂量仪经中国计量科学院检定并在检定有效期内。热释光元件摆放方式和位置在全部实验中保持一致。

2 结果

根据热释光剂量计的测量结果,在乘以刻度系数,即可得到颌面全景检查中,受检者眼晶状体受照剂量的大小。可用以下公式计算眼晶状体的当量剂量:

$$E = \eta(TLD) \times N_{TLD}$$
 1)

式中, E 代表颌面全景检查中受检者眼晶状体受照剂量,单位为 μSv , $\eta(TLD)$ 代表刻度系数,值为 0.75, N_{TLD} 为热释光剂量仪读数。

将现场收集的晶状体剂量计进行测量计算汇总后,各设备颌面全景检查中晶状体受照剂量结果见表 1。

表 1 颌面全景检查晶状体受照剂量检测结果

| 设备型号 | 设备编号 | 检测结果 (μSv) | | | | | $\bar{x} \pm s$ |
|-----------|------|-------------------------|----|----|----|----|------------------|
| Promax | 1 | 45 | 49 | 53 | 46 | 44 | 47.4 \pm 3.26 |
| Promax | 2 | 43 | 39 | 44 | 37 | 40 | 40.6 \pm 2.58 |
| Proline | 3 | 50 | 55 | 52 | 55 | 51 | 52.6 \pm 2.06 |
| Proline | 4 | 52 | 59 | 55 | 55 | 54 | 55 \pm 2.28 |
| ORTHOPHOS | 5 | 44 | 47 | 43 | 44 | 43 | 44.2 \pm 1.47 |
| ORTHOPHOS | 6 | 37 | 40 | 40 | 38 | 37 | 38.4 \pm 1.36 |
| 总计 | | | | | | | 46.37 \pm 6.41 |

从表 1 中可以看出,不同设备在相同曝光条件下,晶状体受照剂量结果接近,同一设备多次曝光的结果也接近,故而表中数据基本可以代表日常临床检查中受检者晶状体所有剂量。根据实验结果,颌面全景检查中受检者晶状体受照剂量为 $(46.37 \pm 6.41) \mu\text{Sv}$ 。

对 2 号机器即 Promax 型颌面全景机按 1.4.3 方法进行实验后,晶状体剂量计防护前后受照结果见表 2。

表 2 颌面全景检查中使用防护用品
前后晶状体受照剂量对比

| 设备型号 | 测试编号 | 测量结果 (防护前) | 测量结果 (防护后) | 剂量降低 (%) |
|--------|------|---------------|---------------|-------------|
| Promax | 1 | 411 | 29.8 | 92.7 |
| | 2 | 422 | 31.0 | 92.7 |
| | 3 | 424 | 33.5 | 92.1 |
| 合计 | | 1 257 | 94.3 | 92.5 |

注:①上表中各检测结果为曝光 10 次后的测试结果;②上表中测量结果的单位为 μSv 。

根据表 2 中的测量结果,30 次曝光总剂量为 $1\,257 \mu\text{Sv}$,故该设备单次曝光致受检者晶状体剂量平均值为 $41.9 \mu\text{Sv}$,使用铅眼罩进行防护后,30 次曝光总剂量为 $94.3 \mu\text{Sv}$,晶状体单次受照剂量平均值降低至 $3.14 \mu\text{Sv}$,使用防护用品可有效降低颌面全景检查中受检者晶状体剂量,根据三组测试的平均结果,晶状体受照剂量降低了 92.5%。

根据颌面全景检查中受检者晶状体受照剂量平均值为 $46.37 \mu\text{Sv}$,若合理使用防护用品,其结果可降低 92.5%,至 $3.48 \mu\text{Sv}$ 。

3 讨论

随着社会经济的发展和人民健康要求的提高,口腔健康特别是牙齿健康已经被公众关注。与此同时,为了满足人们对于美观和健康的需求,牙齿矫正也被广泛应用。颌面全景摄影是一种常见的牙齿检查手段,在牙齿检查及矫正中被大量使用,故应对受检者进行合理的防护。特别的,进行牙齿矫正的患者多为青少年,属于放射敏感性较高的人群,这更凸显了颌面全景检查受检者防护的重要性。晶状体作为射线敏感器官,距离颌面全景摄影检查部位较近,其受照剂量是重中之重。尤其是在牙齿矫正治疗中,被矫正者往往需要多次接受颌面全景摄影(3~5 次)^[7],这也更加增加了受检者的晶状体受照剂量。以本实验中的结果为例,受检者晶状体单次受照剂量平均为 $46.37 \mu\text{Sv}$,若受检者在牙齿矫正中进行了 4 次颌面全

景摄影,则受检者晶状体累计受照剂量可达 $185.5 \mu\text{Sv}$ 。

特别的,随着社会经济水平和影像技术的不断发展,口腔锥形束立体断层扫描(cone beam CT,CBCT)技术也在不断发展,由于其诊断信息相对于传统技术更加完整和准确,更加有利于临床实践中对于受检者口腔状态的准确诊断,越来越多的医疗机构选择购买并且使用具备 CBCT 功能的口腔影像设备,而 CBCT 检查中,受检者眼晶体表面剂量超过传统颌面全景检查的两倍^[8]。因此,在口腔 X 射线影像诊断技术飞速发展的同时,我们更应该关注受检者因 X 射线影像检查所致的受照剂量,尤其是临近检查部位的晶状体,而在目前的医疗实践中,无论是医疗机构还是患者,都对防护用品的使用不足^[9-10]。

目前已有大量关于电离辐射造成的晶状体损伤的研究,晶状体体囊上皮细胞对电离辐射极为敏感,电离辐射会对晶状体有直接的损害。当晶状体受到电离辐射后,上皮细胞损伤至不能发育成正常的纤维组织,造成晶体混浊,故需在医疗实践中对晶状体进行合理有效的防护。而在目前的临床实践中,医疗机构几乎不为受检者进行晶状体防护,究其原因,目前常见的晶状体防护用品,多是为工作人员设计的铅眼镜和铅面罩,受限于其大小,佩戴防护用品的受检者在颌面全景摄影中,图像容易被遮挡或产生伪影。另外,基于铅眼镜的设计原因,其防护材质与晶状体之间存在间隙,使其无法有效对散射线进行防护,同时颌面全景设备在检查中进行旋转照射,普通铅眼镜也无法对侧向和斜侧向射线进行防护。有研究表明,在颌面全景检查中使用铅眼镜对晶状体进行防护,仅能使晶状体受照剂量降低 56%^[11]。由于普通铅眼镜存在影响影像质量,防护效果不佳等问题,设计并使用颌面全景专用防护用品对于降低受检者晶状体受照剂量具有重要意义。

对受检者晶状体进行防护时,不同于对工作人员的防护,受检者防护用品不需要考虑长久佩戴的舒适度因素,也不需要铅眼镜、铅面罩式的可透视功能,同时由于一般成年人晶状体直径约为 9 mm,防护用品尺寸也仅需略大于晶状体尺寸,使其能够完成防护要求即可。根据颌面全景检查的特点,实验中设计了一款专用眼罩式晶状体防护用品,其外观近似于睡眠眼罩,内部加装 1.5 cm 宽的铅橡胶胶条,使防护用品可以紧贴受检者眼晶体,同时在对眼罩的两侧进行了延长,保证了其可以有效对侧向及斜侧向辐射进行防

护,实验中使用设计的专用防护用品及仿真人体模型(头模)对受检者晶状体防护进行了模拟,根据检测结果分析,眼罩式晶状体防护用品,可以将晶状体受照剂量平均降低 92.5%,由此可见,眼罩式晶状体防护用品,不但可以更好的降低受检者眼晶状体所受的剂量,同时更加不易产生遮挡及伪影,如其可以在临床实践中加以推广,就可以有效的提升对受检者眼晶状体的保护。

本实验中,所选取的机器型号偏少,采集的样本量偏小,难以对不同厂家型号的设备进行全面比较。在后续的研究中,我们将扩大样本量,以便更全面的对颌面全景检查中受检者眼晶状体受照剂量进行测量和分析。此外,“成都剂量模体”的牙齿设置仅有牙冠,并没有完整的牙根结构,故无法通过模拟照射进行铅眼罩防护下的影像质量评价。

参考文献

[1] International Commission on Radiological Protection (ICRP). Statement on tissue reactions[R]. ICRP,2011.
[2] International Atomic Energy Agency. Basic Safety Standards of International Radiation Protection and Safety of Radiation Sources(Interim)[S]. IAEA“ Safety Standards Series” GRS part 3. 2011:94.

(上接第 277 页)的不合格指标主要为 DR 机的曝光时间指示的偏离和影像增强透视机的影像增强器入射屏前空气比释动能率^[10-11]。

综上所述,西藏日喀则市放射卫生工作亟待发展。各医疗机构工作人员放射防护意识不强,配备的防护用品不足;放射工作场所的防护检测、防护性能检测没有按照国家有关规定实施。建议应加大放射卫生投入,增加受检者的放射防护用品,加强对放射工作人员的放射防护和技术能力培训等。另外,相关部门应尽快按照国家有关规定,督促医疗机构开展医用 X 射线诊断设备每年的质量控制检测和工作场所的放射防护检测^[12-13]。

参考文献

[1] 李耀斌,于秀梅. 关注现代医学物理进展,加强医用辐射防护[J]. 中国卫生产业,2016,13(13):29-31.
[2] 中华人民共和国卫生部. 卫生部令第 46 号 放射诊疗管理规定[S]. 2006.
[3] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. WS 76—2017 医用常规 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,2017.

[3] International Commission on Radiation Units and Measurements. Phantoms and Computational Models in Therapy, Diagnosis and Protection[R]. ICRU,1992.
[4] 李海亮,王仲文,许家昂,等. 眼晶状体 Hp(3)剂量计的医用诊断 X 射线辐射质校准研究[J]. 中国辐射卫生,2016,25(4):385-388.
[5] 许志强,黄珊珊,麦维基,等. 不同体模刻度剂量计测量眼晶状体受照剂量的差异性[J]. 中国职业医学,2018,45(4):524-526.
[6] Gualdrini G, Matiotti F, Wach S, et al. A new cylindrical phantom for eye lens dosimetry development[J]. Radiation Measurements, 2011,46(11):1231-1234.
[7] 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.
[8] 田青香,娄云,王宏芳,等. 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(01):48-51.
[9] 毛雪松,李海亮,李洁清,等. 常见介入手术中放射工作人员眼晶状体剂量的分析[J]. 中国辐射卫生,2016,25(2):140-142.
[10] 肖虹,郭常义,高林峰,等. 上海市 X 射线影像诊断成年受检者防护用品使用现状及分析[J]. 中国辐射卫生,2018,27(3):240-245.
[11] 张立新,王新明,董小刚,等. 口腔 COPT 受检者辐射防护实验研究[J]. 影像研究与医学应用,2018,2(18):25-28.

收稿日期:2018-12-04

[4] 中华人民共和国卫生部. 中国国家标准化管理委员会. GB 17589—2011 X 射线计算机层摄影装置质量保证检测规范[S]. 北京:中国标准出版社,2011.
[5] 中华人民共和国卫生部. GBZ 165—2012 X 射线计算机断层摄影放射防护要求. 北京:中国标准出版社,2012.
[6] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GBZ 130—2013 医用 X 射线诊断放射防护要求[S]. 北京:中国标准出版社,2013.
[7] 张乙眉,杜翔,曹兴江,等. 拉萨市 11 台医用 X 射线诊断机防护现状调查[J]. 中国辐射卫生,2014,23(06):532-534.
[8] 赵三虎,吴寿明,俞顺飞,等. 浙江省医用放射诊疗设备辐射防护现状调查[J]. 预防医学,2016,28(07):721-722,725.
[9] 程文娟,郭玲玲,冯小武,等. 南昌市医用 X 射线诊断设备质量控制及机房防护检测与分析[J]. 中国辐射卫生,2017,26(02):187-190.
[10] 柯德兵,王金敖. 江苏省医用辐射防护监测网试点情况调查与分析[J]. 中国辐射卫生,2013,22(05):547-548.
[11] 李津,林晓燕,林丹. 56 家医疗机构医用辐射防护调查分析[J]. 海峡预防医学杂志,2016,22(06):61-63.
[12] 张京战,高艳辉,郭大伟,等. 河北省医疗卫生机构医用辐射防护调查[J]. 职业与健康,2017,33(14):1982-1984,1988.
[13] 沈乐园,曹璐璐,刁端阳. 个人剂量监测在辐射安全管理中的应用[J]. 中国辐射卫生,2013,22(04):431-434.

收稿日期:2018-11-07