

【诊断·治疗】

DR 摄影中电离室测射野的选择对辐射剂量影响的临床研究

吕杰,解中福,阎晓斌,王邦明,刘伟

中图分类号: R144.1 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2012)01-0091-03

【摘要】 目的 探讨同一部位选用不同电离室测射野的 DR 摄影中辐射剂量的变化。方法 选取胸部右侧位、骨盆正位、颈椎右侧位及右肩关节正位进行 DR 摄影,并按不同的电离室选择方案将患者图像分成两组。分别记录每张工作站采集的图像中入射体表剂量 ESD 及剂量面积乘积 DAP 的数值,并进行统计分析。结果 同一部位的两组间 DR 摄影 ESD 值、DAP 值差异有统计学意义。 χ^2 检验 6 组照片的甲级片率无显著性差异($P < 0.05$)。结论 同一部位选用不同组合的电离室 DR 摄影,受检者的辐射剂量不同;优化的电离室组合可以在保证不降低图像质量的前提下,降低 DR 的曝光量和受检者的辐射剂量。

【关键词】 DR 摄影; 电离室; 辐射剂量

随着 DR 成像系统的临床广泛应用,图像质量显著提高,并且较以前 CR 及传统 X 射线摄影的所需照射剂量也明显降低。DR 更高的 DQE 和更宽的灰度显示范围使其在不影响影像质量的前提下最大程度地降低了受检者的辐射剂量^[1,2]。DR 平板探测器中有三个电离室,电离室利用电离室内气体电离的物理效应,使探测器在接收到一定的照射剂量后可以自动切断曝光。其原理是利用 X 射线量子对空气的电离效应,使气体离子在强电场作用下,不断移动而达到板极形成电离电流,以电离电流作为输入控制信号,令执行元件切断曝光,它是自动曝光控制系统(AEC)的重要组成部分^[3]。三个电离室测量野可根据不同部位摄影的要求,用开关选择分别使用或任意组合^[5]。以往有文献报道电离室测射野灵活选择对于优化图像的作用和方法^[4]。笔者就电离室测射野的优化选择对进一步降低 DR 对患者辐射剂量的方法进行探讨。

1 资料与方法

1.1 病例资料 我院 2010 年 2 月至 2011 年 4 月共 76 例患者(其中住院病人 39 人,男性 27 人,女性 12 人;门诊患者 37 人,男性 11 人,女性 26 人。年龄范围 27 岁到 81 岁)。

1.2 DR 系统 GE 公司生产的 Definium 6000 双板(碘化铯-

作者单位:天津市环湖医院放射科,天津 300060

作者简介:吕杰(1981~),男,汉族,天津市人,医师,从事医学影像工作。

中在 70 岁以后男性腰椎和髌部对骨密度阳性检出并无显著性差异,而女性髌部对骨密度阳性检出优于腰椎部位,并且在此

非晶硅平板探测器 2 048 × 2 048 像素阵列) DR 系统及其采集工作站。设定图像注释中包括入射体表剂量(ESD, μGy)和剂量范围乘积(DAP, $\text{dGy} \cdot \text{cm}^2$)。PACS 系统为 KODAK CARE-STREAM Demo 3 × 3K 显示屏。

1.3 电离室测射野选择方法 为了此次研究结果的普遍性、易用性,我们选用了常见的四个解剖部位进行研究。胸部右侧位像:左侧加中间电离室和只用中间电离室;骨盆正位:左右侧电离室和只用中间电离室;颈椎右侧位像:左侧加中间电离室和只用中间电离室;右肩关节前后位:中间加右侧电离室和只用中间电离室。将胸部、颈椎及右肩关节只用中间电离室进行摄影的一组设为初诊组,骨盆正位则用左右侧电离室进行摄影的一组设为初诊组,另一组设为复查组。分别记录各个解剖部位初诊组与复查组之间患者所受辐射剂量。为避免病人身体的个体差异性,对所选患者初诊采用系统默认条件(只用中间电离室);骨盆正位默认为用左右侧电离室,复查时采用改良法见图 1~图 8。其中侧位像统一为右侧位即病人身体右侧贴近平板探测器。以三个电离室中左侧的电离室区域为 1 区;中间的为 2 区;右侧的为 3 区(见图 9)。电离室探测野的选择原则^[3]:①选择适合于被照体的测射野(三个测射野中,哪一个最能使被摄组织在照片上获得最佳的光学密度,它就是适合于此被照体的测射野);②被摄影的器官组织必须准确地定位于某选定的测射野上;③不准对测射野空曝光。胸部右侧位分为两组:初诊 1 组和复查 2 组,照射条件 120kV 400mA 进行自动

年龄段两性共有 10 例在腰椎骨密度呈正常或低下时髌部已达到骨质疏松程度,髌部对骨密度阳性检出敏感性上升。

表 3 男、女性不同年龄段 OP 检出的比较

| 年龄(岁) | 男性 | | | | χ^2 值 | P 值 | 女性 | | | | χ^2 值 | P 值 |
|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|-------|
| | $L_{1-4}(+)$ | $L_{1-4}(-)$ | $L_{1-4}(+)$ | $L_{1-4}(-)$ | | | $L_{1-4}(+)$ | $L_{1-4}(-)$ | $L_{1-4}(+)$ | $L_{1-4}(-)$ | | |
| | Hip(+) | Hip(-) | Hip(+) | Hip(-) | | | Hip(+) | Hip(-) | Hip(+) | Hip(-) | | |
| 50~70 | 1 | 17 | 0 | 36 | 15.06 | 0 | 14 | 18 | 0 | 36 | 16.06 | 0 |
| ≥70 | 10 | 2 | 3 | 27 | 0 | 1 | 19 | 12 | 7 | 10 | 0.84 | 0.359 |

注: $L_{1-4}(+)$ 、Hip(+) 分别表示以 L_{1-4} 和髌部为测量部位其骨密度符合 OP 诊断标准人数; $L_{1-4}(-)$ 、Hip(-) 分别表示 L_{1-4} 和髌部为测量部位未达到 OP 诊断标准人数。

因此,在 50~70 岁年龄段骨密度测量部位应首选腰椎,对个别病人如:脊柱明显侧弯、特别肥胖的病人可选择其他位置测定。70 岁以后为了避免因骨质增生或动脉硬化等所造成假阴性,应选择腰椎和髌部均进行测量综合分析,减少不必要的漏误诊发生,以免延误病人的治疗,科学地防治骨质疏松。

参考文献:

- [1] 刘忠厚. 骨质疏松学[M]. 北京: 中国科学出版社, 1998: 418.
- [2] 耿力, 姚珍薇, 骆建云, 等. 腰椎和股骨近端骨密度测定在原发性骨质疏松症诊断中的相关性分析[J]. 重庆医科大学学报, 2007, 32(6): 596.
- [3] 王文志, 赵立强, 杨定焯, 等. 腰椎和股骨颈骨质疏松检出率比较分析[J]. 现代预防医学, 2003, 30(3): 313.

(收稿日期: 2011-09-06)

曝光;骨盆正位分为初诊 3 组和复查 4 组,投照条件 80kV , 320mA 自动曝光;颈椎右侧位分为初诊 5 组和复查 6 组,投照条件 70kV ,320mA 自动曝光。右肩关节前后位分成初诊 7 组和复查 8 组,投照条件 70kV ,320 mA 自动曝光。分别记录每张工作站采集图像注释中 ESD、DAP 的数值。见表 1。

表 1 各次 ESD、DAP 的数值记录比较

| 部位 | 组别 | | 均值标准差 |
|--------|----|---------------------------|---------------------------|
| 胸部侧位 | 1 | ESD(mGy) | 0.043 ~0.114 0.084 ±0.021 |
| | | DAP dGy • cm ² | 0.448 ~1.212 0.873 ±0.213 |
| | 2 | ESD(mGy) | 0.024 ~0.069 0.051 ±0.014 |
| | | DAP dGy • cm ² | 0.256 ~0.701 0.564 ±0.155 |
| 骨盆正位 | 3 | ESD(mGy) | 0.461 ~0.585 0.519 ±0.041 |
| | | DAP dGy • cm ² | 3.410 ~4.241 3.789 ±0.305 |
| | 4 | ESD(mGy) | 0.362 ~0.488 0.416 ±0.038 |
| | | DAP dGy • cm ² | 3.533 ~2.628 2.993 ±0.290 |
| 颈椎侧位 | 5 | ESD(mGy) | 0.091 ~0.152 0.125 ±0.019 |
| | | DAP dGy • cm ² | 0.431 ~0.873 0.670 ±0.126 |
| | 6 | ESD(mGy) | 0.075 ~0.141 0.106 ±0.019 |
| | | DAP dGy • cm ² | 0.323 ~0.698 0.544 ±0.114 |
| 右肩关节正位 | 7 | ESD(mGy) | 0.093 ~0.134 0.119 ±0.012 |
| | | DAP dGy • cm ² | 0.382 ~0.480 0.412 ±0.026 |
| | 8 | ESD(mGy) | 0.061 ~0.095 0.082 ±0.010 |
| | | DAP dGy • cm ² | 0.218 ~0.341 0.296 ±0.010 |

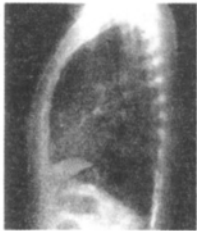


图 1 只用中间电离室(初诊) 图 2 采用左侧加中间电离室(复查)



图 3 只用中间电离室(初诊) 图 4 采用左侧加中间电离室(复查)



图 5 只用中间电离室(初诊) 图 6 采用右侧加中间电离室(复查)



图 7 同时用左右电离室(初诊) 图 8 只用中间电离室(复查)

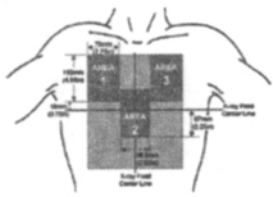


图 9

1.4 图像质量评价标准与统计学方法 采用双盲法由 5 位高年资医师随机选取每一张图像在 PACS 工作站上独立判断。以 1992 年 8 月召开的全国放射科 QA、QC 学术研讨会讨论制定的评片标准卫生部采用的标准评定甲、乙、丙级和废片^[6]。影像质量评定标准(一)甲级片: A. 位置正确; B. 对比度、清晰度良好; C. 无污染划痕,可制版; D. 铅字号码、日期完整。无错号。排列整齐,与被照物体无重叠; E. 造影片充盈满意,显影清晰,充分显示解剖结构形态,提供满意的诊断依据。(二)乙级片: 上述各项中有 1 项不符,但不影响诊断者。(三)丙级片: 上述各项中有两项不符,但不影响诊断者。(四)废片: 上述各项有 3 项以上不符,或 1、2 项不符但已影响诊断者。将 90 张片按照初诊 1~3 组和复查 4~5 组,每组 45 张照片,见表 2,按照标准评定等级(甲乙丙或废片)统计甲级片率,用 χ^2 检验 6 组照片的甲级片率之间差异,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。ESD、DAP 值的各个解剖部位两组间比较均采用配对 T 检验。

表 2 6 组照片质量评价

| 组别 | 人数 | 评片等级 | | | | 甲级片率 |
|----|----|------|---|---|---|-------|
| | | 甲 | 乙 | 丙 | 废 | |
| 1 | 15 | 15 | 0 | 0 | 0 | 100% |
| 2 | 15 | 13 | 2 | 0 | 0 | 93.3% |
| 3 | 15 | 15 | 0 | 0 | 0 | 100% |
| 4 | 15 | 15 | 0 | 0 | 0 | 100% |
| 5 | 15 | 15 | 0 | 0 | 0 | 100% |
| 6 | 15 | 15 | 0 | 0 | 0 | 100% |

2 结果

同一部位的两组间 DR 摄影 ESD、DAP 值有显著差异,ESD 差异比较 t 值分别为($t = 10.753, 26.688, 10.276, 14.246$),DAP 差异比较 t 值分别为($t = 9.255, 24.710, 8.200, 13.169$)。

χ^2 检验 6 组照片的甲级片率差异无统计学意义($P > 0.05$, 见表 2)。

3 讨论

利用 ESD 值和 DAP 值来估计患者的辐射剂量已成为普遍共识。有文献报道入射体表剂量和剂量面积乘积与之间存在线性关系,并阐述了具体计算方法并给出了计算公式^[7]。

$$ESD = \left[\frac{DAP}{A(FID)} \right] \cdot \left[\frac{FID}{FSD} \right]^2 \cdot BSF(A(FID)) \left[\frac{\mu_{en}}{\rho} \right]_{Air}^{Tissue}$$

公式中 FID: 为管球焦点到探测器的距离; FSD: 是管球焦点到体表表面的距离; BSF: 反相散射因子; A(FID): 所给定 FID 上的区域面积即照射野; $\left[\frac{\mu_{en}}{\rho} \right]_{Air}^{Tissue}$: 是组织与空气能量吸收系数比率。五个要素必须已知,才能算出 ESD 的具体数值^[8-9]。本文为了更加接近真实情况,用联系紧密的两个参数共同研究及评估投照剂量的变化规律。

本研究结果显示,相同解剖部位的两种投照方法得出的 ESD 值和 DAP 值有显著性差异。胸部、颈椎及右肩关节只用中间电离室进行摄影的一组较同时用两个电离室组的辐射剂量大,组织密度相对均匀的胸部、颈椎及右肩关节受照电离室的数量增多,导致同时两个电离室电离,较只用一个电离室受照

更快的达到了 AEC 系统判断的切断 X 射线继续发生的限值, 导致更短的曝光时间, 更少的投照剂量。骨盆只用中间电离室进行摄影的一组较同时用两个电离室组的辐射剂量小, 这可能是由于骨盆中间电离室对准耻骨联合区, 此区域平均组织密度和厚度较小, 电离室的电离程度较早的达到了 AEC 系统判断的切断 X 射线继续发生的限值, 而骨盆正位同时用左右两电离室是恰好对准组织密度相对较高的双侧髌骨, 要更多的 X 射线量才能达到 AEC 系统判断的切断 X 射线继续发生的限值, 导致相对长的曝光时间和 AEC 反应时间, 进而导致了整体放射剂量的增多。由此可以初步推断: 在 DR 摄影选择电离室时, 在组织密度相对均衡的解剖部位, 所用电离室越多, 受照剂量越小; 在组织密度相对不均衡的解剖部位, 相对密度低和组织厚度小的区域所用电离室越多, 受照剂量越小。当然能否推广到所有解剖部位或其他 DR 设备上还需在今后的研究中继续做深入探讨。本组资料中不同的电离室组合方法在降低辐射剂量的同时, 图像质量无明显下降而影响诊断, 6 组照片的甲级片率无显著性差异。说明用不同电离室组合投照所得影像质量均符合诊断要求。胸部右侧位和骨盆正位、对颈椎侧位片和右肩关节正位, 两种投照方法所得照片质量并无显著差异, 两种方法所得甲级片率几乎都达到 100%, 与文献报道仅胸片正位表明 DR 的多种电离室组合方法得到的图像质量上无显著差异的结论一致^[10]。

总之, 各个解剖部位 DR 摄影三个电离室使用的规律和最优方案可使得原本就辐射剂量非常小的 DR 摄影优势进一步体现, 从而降低了患者和医务工作者的吸收剂量。由于人体各个部位厚度、平均密度及形态上存在较大差异, 所用设备也存在存在一定的局限性。但毕竟此方法简单易行, 为影像科医生在如何达到更低剂量, 更好进行影像诊断这个永恒追求上开辟了新的思路。

参考文献:

- [1] Spahn M, Strotzer M, Völk M, et al. Digital radiography with a large - area, amorphous - silicon, flat - panel X - ray detector system[J]. Invest Radiol. 2000, 35: 260 - 266.
- [2] Geijer H, Beckman KW, Anderson T, et al. Image quality vs radiation dose for a flat - panel amorphous silicon detector: a phantom study[J]. Eur Radiol. 2001, 11: 1 704 - 1 709.
- [3] 吴南洲, 李砚文, 张金山. 电离室在普通投照中的应用[J]. 中华放射学杂志, 1995, 29(2): 135 - 136.
- [4] 王鸣鹏. 电离室摄影测射野的选择[J]. 中华放射学杂志, 1992, 26(1).
- [5] Freund T, Fischbach F, Teichgraber U, et al. Effect of dose on image quality in a detector - based dual - exposure, dual - energy system for chest radiography[J]. Acta Radiol, 2005, 46(1): 41 - 47.
- [6] 中华放射学杂志编委会. 全国放射科 QA、QC 学术研讨会纪要. 中华放射学杂志, 1993, 27: 134 - 138.
- [7] Kisielwicz K, Truszkiewicz B, Wach S, et al. Evaluation of dose area product vs. patient dose in diagnostic X - ray units[J]. Phys Med. 2011, 27(2): 117 - 120.
- [8] Martin CJ. Measurement of patient entrance surface dose rates for fluoroscopic X - ray units[J]. Physics in Medicine and Biology, 1995, 40: 823 - 34.
- [9] Mcparland BJ. Entrance skin dose estimates derived from dose - area product measurements in interventional radiological procedures[J]. British Journal of Radiology, 1998, 71: 1 288 - 1 295.
- [10] 刘山, 冯庆宇, 陈逸兵. 自动电离室的选择对数字化胸部正位投照影像质量的影响[J]. 临床影像技术, 2006, 23(4): 98 - 99.

(收稿日期: 2011 - 08 - 10)

【工作报告】

浅析低本底 α 、 β 计数器的质量控制

刘卫东¹, 丁洪深¹, 王克²

中图分类号: TL8 文献标识码: D

质量控制是检验仪器设备有效性和可靠性的重要手段, 实验室成员掌握正确、有效、便捷的质量控制方法, 对于保证数据的可靠性和有效性, 提高检测质量, 降低出错风险, 增强实验员信心都有很大帮助。低本底 α 、 β 计数器是测量各种介质放射性活度的重要仪器, 广泛应用于总 α 、总 β 、镭 - 90 和铯 - 137 的分析测试, 是实验室应用频率最高的仪器之一, 因此通过质量控制来检验其是否符合运行要求, 是实验室必须要做的工作^[1]。为了更好的做好低本底 α 、 β 计数器的质量控制, 我们根据不同的实验条件, 从不同角度归结了几个方法, 在实际应用中取得了很好的效果。

1 标准物质验证

用低本底 α 、 β 计数器测量 KCl 标准源或⁹⁰Sr ~ ⁹⁰Y 电镀源 300min, 每天重复一次, 连续 20 天, 记录 20 组数值。制作检验源计数率的质量控制图(质控图在低本底 α 、 β 计数器检定后最

短时间内绘制)。每月或每批样品测量前在相同条件下测量标准源, 将测量值与质控图比较, 以此检验低本底 α 、 β 计数器的运行是否处于质控状态。该方法操作简单、便捷, 可靠性强, 适合普通实验室使用。

2 实验室间的比对或能力验证

选取含杂质少的深层土壤样品, 经烘干、粉碎、混匀, 筛取 80 目左右的土壤分给进行比对或能力验证的实验室。各实验室根据不同测量盘的口径精确称取质量厚度相同的土壤数量, 铺平、压实、测量 300min。参加实验室数量较多时可绘制质控图, 数据在 2σ 以内则符合质控要求, 参加实验室数量较少时数据进行简单的数值比较, 以确定是否符合质控要求。该方法适合较近距离有使用底 α 、 β 计数器的实验室, 便于开展质量控制工作。

3 相同样品不同特性结果的相关性验证法

对所有检测样品的总 α 总 β 数值比较, 通常情况下总 β /