

不同附加滤过组合对球管负荷和辐射剂量的影响

朱纯生, 赵虹, 陈庆容, 张晶, 林晓锐

【摘要】 目的:探讨不同附加滤过组合对球管负荷和辐射剂量的影响,旨在合理选择附加滤过组合,既能有效减少辐射剂量又不过分损耗 X 线球管。**方法:**以设备自带设定膝关节正位、腰椎正位和胸部正位摄影曝光模式,分别进行不同附加滤过组合[无附加滤过(A组)、2mm 铝(B组)、0.1mm 铜+2mm 铝(C组)、0.2mm 铜+2mm 铝(D组)]对自制模体进行三组曝光,每组模式的曝光因子(除滤过组合外)相同,每个滤过组合进行 5 次曝光,记录每次曝光的曝光量(mAs)和剂量面积乘积(DAP)值,并进行统计学分析。**结果:**随着附加滤过厚度的增加,球管负荷随之增大;辐射剂量(DAP)随之减小;两两比较显示,球管负荷(mAs 值)D 组 > C 组 > B 组 > A 组($P < 0.001$),辐射剂量(DAP 值)D 组 < C 组 < B 组 < A 组($P < 0.001$)。分析 0.1mm 铜+1mm 铝与 2mm 铝的滤过效果,显示 0.1mm 铜比 1mm 铝的滤过能力更强($P < 0.001$)。**结论:**X 线摄影时必须选择附加滤过,以 0.2mm 铜+2mm 铝附加滤过效果最好,可以最大限度减少辐射剂量,但球管损伤也大,在实际工作中可灵活选择。

【关键词】 放射摄影术; 附加滤过; 辐射剂量

【中图分类号】 R814.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2017)05-0526-03

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2017.05.020

The influence of different additional filtration assemblies on X-ray tube load and radiation dose ZHU Chun-sheng, ZHAO Hong, CHEN Qing-rong, et al. Department of Radiology, Zhuhai Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Guangdong 523000, China

【Abstract】 Objective: The purpose of this study was to investigate the effect of different additional filtering on X-ray tube load and radiation dose in order to select a reasonable assembly that could effectively reduce the radiation and not increase excessive wear of X-ray tube. **Methods:** A-P radiography of knee joint, lumbar, and chest of self-made molds was performed based on the built-in settings of the diagnostic X-ray source device by adding different filtering assemblies, 0Al, 2mmAl, 0.1mmCu + 2mmAl, and 0.2mmCu + 2mmAl with other exposure parameters unchanged. A total of 5 exposures were performed under each assembly. The mAs and DPA value of each exposure were documented for statistical analysis. **Results:** With the increase of additional filtration thickness the tube load (mAs value) increased by 18.063% ~ 88.385% and the radiation dose (DAP value) reduced by 11.600% ~ 55.407%. The results of single factor analysis of variance and pairwise comparison showed that the tube load (mAs value) was 0.2mmCu + 1mmAl > 0.1mmCu + 1mmAl > 2mmAl > 0Al ($P < 0.001$); the amount of radiation (DAP value) was 0.2mmCu + 1mmAl < 0.1mmCu + 1mmAl < 2mmAl ($P < 0.001$). The result of contrast analysis of 0.1mmCu + 1mmAl and 2mmAl indicated that the 0.1mmCu was better than 1mmAl in filter capacity ($P < 0.001$). **Conclusion:** Additional filtration must be selected by users in radiography. The assembly of 0.2mmCu + 2mmAl is of the best filtration effect. It can minimize the radiation dose but the wear is also noticeable, which provides as an alternative in practical work.

【Key words】 Radiography; Additional filtration; Radiation dose

X 线球管窗口发出的射线是混合射线,其中低能(长波)部分不能穿透人体而直接被人体吸收,造成辐射损伤。利用附加滤过板能吸收低能射线,减少辐射危害,在胸部高千伏摄影中得到广泛应用^[1-3],但是附加滤过有多种组合,多数是单一铝或者铜滤过板,而复合滤过的不同组合与球管负荷、辐射剂量之间关系的研究较少。本文旨在探讨不同附加滤过对球管负荷、辐射剂量的影响。

材料与方法

采用 Philips digital diagnost 数字摄影系统,43 cm × 43 cm 碘化铯平板探测器,像素尺寸 143 μm,设备自带剂量监测系统,自制水膜。

选择日常工作中常见是具有代表性的摄影体位如膝关节正位、腰椎正位和胸部正位,运用设备自带设置模式分别进行模体 3 组曝光,每个摄影体位分别进行无附加滤过(A组)、2mm 铝(B组)、0.1mm 铜+1mm 铝(C组)、0.2mm 铜+2mm 铝(D组)四个模式曝光,其他曝光因子不变,每个模式曝光 5 次。记录每次的曝光量(mAs)和剂量面积乘积(doseareaproduct, DAP)

作者单位:519000 广东,珠海市中西医结合医院,南方医科大学附属珠海医院影像科(朱纯生、赵虹、陈庆容、张晶、林晓锐)

作者简介:朱纯生(1974—),男,湖北人,副主任技师,主要从事影像技术工作。

通讯作者:赵虹, E-mail: zhaohong.mda@163.com

表 1 不同附加滤过时球管负荷、辐射剂量值比较

部位	A 组	B 组	C 组	D 组	F 值	P 值
膝关节正位						
曝光量(mAs)	2.514 ± 0.009	3.122 ± 0.011 (24.185%)	3.730 ± 0.007 (48.369%)	4.736 ± 0.005 (88.385%)	64120.833	0.000
DAP(dGy · cm ²)	0.388 ± 0.001	0.269 ± 0.000 (- 30.844%)	0.211 ± 0.000 (- 45.675%)	0.173 ± 0.000 (- 55.407%)	53526.061	0.000
腰椎正位						
曝光量(mAs)	2.292 ± 0.004	2.706 ± 0.005 (18.063%)	3.184 ± 0.005 (39.918%)	3.886 ± 0.009 (69.546%)	258558.167	0.000
DAP(dGy · cm ²)	0.796 ± 0.000	0.581 ± 0.003 (- 27.020%)	0.478 ± 0.000 (- 39.930%)	0.386 ± 0.001 (- 51.153%)	66858.75	0.000
胸部正位						
曝光量(mAs)	1.994 ± 0.013	2.448 ± 0.008 (22.768%)	2.630 ± 0.036 (37.312%)	3.136 ± 0.055 (50.071%)	11550.583	0.000
DAP(dGy · cm ²)	0.588 ± 0.004	0.520 ± 0.003 (- 11.600%)	0.452 ± 0.010 (- 23.163%)	0.428 ± 0.002 (- 26.600%)	817.545	0.000

注:括号内数值为与无附件滤过比较的变化值, - 表示减少。

值。膝关节正位扫描参数:自制水模体(28 cm × 19 cm × 14 cm 的泡沫盒子盛 9 cm 厚度水模体),视野 18 cm × 25 cm,源片距(source- imgae distance, SID)110 cm,66 kV,S400 + 2,自动控制曝光(automatic exposure control,AEC),中间电离室。腰椎正位:水模加水至 12 cm 厚度,视野 22 cm × 25 cm,SID 110 cm,77 kV,S400 + 2,AEC 曝光,中间电离室。胸部正位扫描参数:水模厚度 19 cm,视野 25 cm × 30 cm,SID 80 cm,125 kV,S400 + 2,1AEC 曝光,两侧及中间电离室。

记录每次实时曝光量和 DAP 值,并分析每组的曝光量及 DAP 值变化。

采用 SPSS 13.0 软件进行统计学分析,对各组滤过模式中的 mAs 和 DAP 值行单因素方差(ANOVA)分析,然后利用 LSD 法对各组间 mAs、DAP 值进行两两比较,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

随着附加滤过厚度的增加,球管负荷(曝光量)随之增大;辐射剂量(DAP)随之减小(表 1);球馆负荷 mAs 值 D 组 > C 组 > B 组 > A 组($P < 0.001$);DAP 值 D 组 < C 组 < B 组 < A 组($P < 0.001$,图 1 ~ 4)。

2mm 铝与 0.1mm 铜 + 1mm 铝滤过比较:曝光量 mAs 较无附

加滤过分别增加 18.063% ~ 24.185% 和 37.312% ~ 48.369%;DAP 较无附加滤过分别减少 11.600% ~ 30.844% 和 23.163% ~ 45.675%,组间两两比较差异均有统计学意义 P 值均 < 0.001),表明 0.1mm 铜较 1mm 铝滤过能力更强。

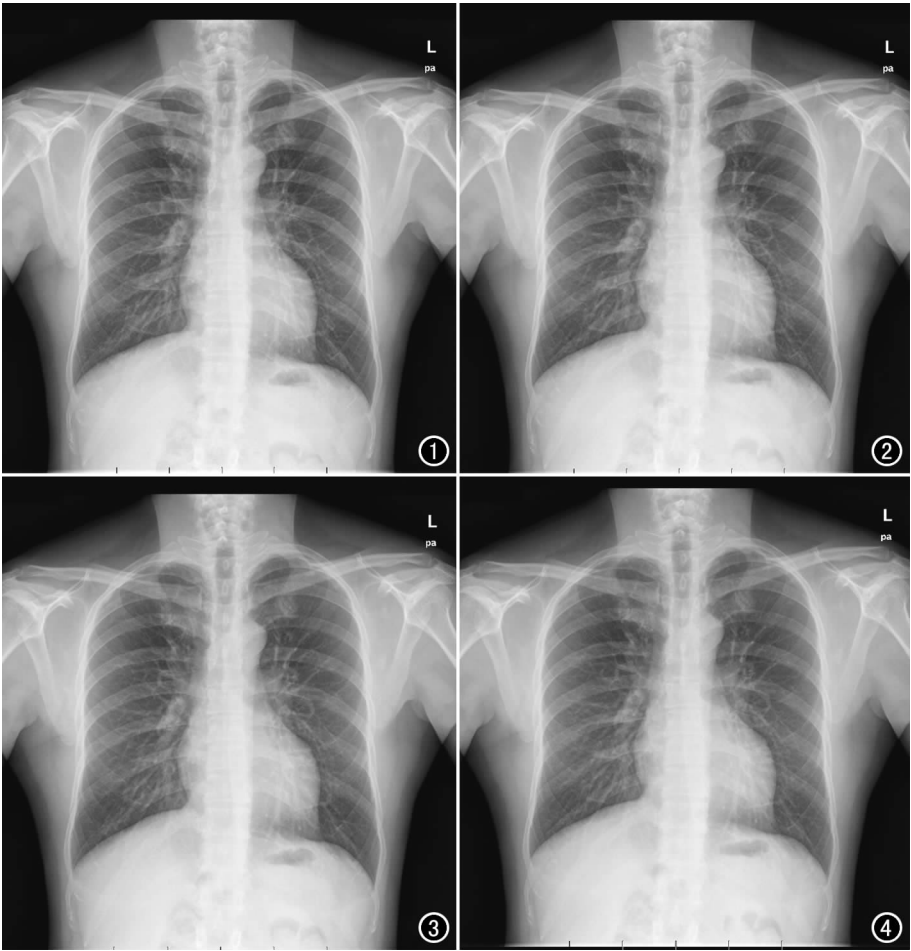


图 1 无附加滤过的 X 线图像,曝光量为 0.92mAs,DAP 为 0.747dGy · cm²。图 2 B 组 X 线图像,曝光量为 1.18mAs,DAP 为 0.684dGy · cm²。图 3 C 组 X 线图像,曝光量为 1.21mAs,DAP 为 0.585dGy · cm²。图 4 D 组 X 线图像,曝光量为 1.41mAs,DAP 为 0.544dGy · cm²。

讨 论

由不同 X 线发生器产生的、供诊断和治疗用的 X 线,均为连续能谱的射线。当射线通过人体时,绝大部分低能光子停留在皮肤和表浅组织中,通过光电作用而被吸收,连续能谱射线中的低能成分不能穿过人体,对 X 线诊断不起任何作用,却大大增加了受检者皮肤和浅层组织的辐射剂量。为保护受检者和患者,减少低能射线,必须在 X 线机出口处增设滤线装置^[4]。X 线的过滤包括固有滤过和附加滤过,附加滤过常选择铝板或铜板,也可将两者复合使用。复合滤过板应按照原子序数由高到低,从 X 线管窗口由里向外进行排列,这样排列的原因是过滤板被 X 线照射后将产生一定强度的特征辐射、散射和电子,可增加患者的辐射剂量,按这样排列后,这些二次射线就会被外层原子序数低的过滤板吸收。铜的原子序数高,因此铜板面向 X 线管,即铜在里、铝在外。

本组研究显示,随着附加滤过厚度的增加,球管负荷随之增大;辐射剂量随之减小,这是因为厚的滤过板大量吸收低能软射线的同时,也吸收部分原发高能射线,在 AEC 自动曝光中,AEC 系统接受的 X 量相应减少,通过信号控制反馈,使得球管需要增加负荷输出量以达到预先设置的密度值,当达到预先设置的密度值就发出 X 线停止信号,停止 X 线输出。所以,特别强调采用附加滤过会增加球管负荷的前提必须是 AEC 曝光。本组研究在胸部正位摄影中采用 0.2mm 铜+1mm 铝滤过时曝光量增加 50.071%,与文献报道胸部采用 0.3mm 铜滤过曝光量增加 45.6% 的结论较为接近^[1]。但是在非高 KV 曝光中(膝关节和腰椎正位),曝光量在 2mm 铝、0.1mm 铜+1mm 铝、0.2mm 铜+1mm 铝滤过时分别增加 18.063% 和 24.185%、48.369% 和 39.918%、88.385% 和 69.546%。

DAP 值随滤过板厚度增加而减小,0.2mm 铜+2mm 铝组合滤过效果最好。X 线通过物质衰减时主要

通过线性减弱系数和质量减弱系数进行衡量,衰减幅度与物质厚度和原子序数有关,所以用厚的滤过板更能吸收低能射线而降低辐射剂量,采用复合滤过比单纯使用铝板更能有效滤过软射线。相对而言,在高千伏胸部摄影中低能线更少,所以滤过效果并不十分显著,因此,在实际应用中选用 0.1mm 铜+1mm 铝滤过板更合适。

从表 1 看出,通过比较 B 组(2mmAL)与 C 组(0.1mmCu+1mmAL)滤过板的差异,实际上可反映出 1mmAL 与 0.1mmCu 的差异,曝光量与 DAP 都有差异,说明铜的滤过能力比铝强,这是因为铜的原子序数更高,在非高千伏摄影中滤过效果更显著,原因是非高千伏摄影中低能射线更多。

由于条件限制,本文未将滤过能力与图像质量之间的关系进行研究,有研究表明,增加附加滤过不会影像图像质量^[5],我们采集一志愿者不同附加滤过的 4 幅胸部正位图像,主观判断图像质量无明显差异(图 1~4),客观评价将进一步深入研究。

综上所述,在实际工作中,虽然增加附加滤过会增大球管负荷,但可以大大降低患者的辐射剂量,必须加以重视。

参考文献:

- [1] 王占宏,于薇,毕涛.胸部摄影附加滤过对辐射剂量的影响[J].中国医学影像学杂志,2012,20(2):100-102.
- [2] 黄光辉.滤过板对受检者 X 线防护中作用的研究[J].浙江临床医学,2005,7(3):250-251.
- [3] 章伟敏,丁文洪,王志康.胸部高千伏摄影过滤方式与表面剂量相关性的试验研究[J].中华放射医学与防护杂志,2003,23(1):55-56.
- [4] 马延洪.X 线物理与防护[M].北京:人民卫生出版社,1988:63-67.
- [5] 赫英辉,邓振生,高凯.附加铝质滤过板对 X 线图像质量和患者吸收剂量的影像[J].第四军医大学学报,2006,27(11):1002-1004.

(收稿日期:2016-04-25 修回日期:2016-08-12)