

三相 12 펄스 全波整流装置와 单相 全波整流装置의 性能 比較

新丘專門大學 放射線科,* 高麗大學校 保健專門大學 放射線科

金英一·金昌均*·許 俊*

Abstract

A Study on the Comparison of Performance between Three-phase Full-wave and Single-phase Full-wave X-ray Generators

Young Ill Kim, Chang Kyun Kim,* Joon Huh*

Dept. of Radiotechnology, Shin Gu Junior College, Kyung Ki-Do, Korea

** Dept. of Radiotechnology, Junior College of Public Health and Medical Technology, Korea University, Seoul, Korea*

To compare three-phase 12-pulse full-wave X-ray generators with single-phase full-wave X-ray generators on their performance of outputs, authors studied the generating X-ray by means of exposure dose and radiographic density.

The results were as follows;

1. The exposure doses of three-phase full-wave X-ray generators showed a 30% -60% increase as compared against of single-phase full-wave generators.
2. The transmitted doses of three-phase full-wave generators were more increased than single-phase full-wave X-ray generators.
3. To obtain the same density, 60kVp in three-phase full-wave generators were equivalent to 60~65kVp in single-phase full-wave generators, and 100kVp in those generators were equivalent to 100~125kVp in these generators.

目 次

- I. 緒 論
- II. 實驗方法 및 材料

- III. 結 果
- IV. 考 察
- V. 結 論
- 參考文獻

I. 緒 論

單相 半波整流裝置 및 單相 全波整流裝置에서 X線 管에 負荷되는 管電壓은 X線이 發生되는 동안에 거의 零에서 尖頭電壓까지 變化되며, 따라서 거의 100% 脈流分이 되고 있는데 비해, 三相 電源을 쓴 三相 全波整流裝置는 脈流分을 2%에서 15%까지 減少시킬 수가 있고, 따라서 透過率이 보다 높아져 X線寫眞의 質을 向上시킬 수 있고, 一定한 射出 照射線量에 對해서 患者의 入射 照射線量은 減少하게 되므로¹⁾ 最近 많이 普及되고 있는 實情이다.

그러나, 아직 單相 全波整流裝置를 많이 使用하고 있어 著者들은 三相 12펄스 全波整流裝置와 單相 全波整流裝置에 對해서 空中線量과 吸收體의 透過線量에 對한 線量測定 및 同一 濃度を 내는데 있어서의 管電流量과 管電壓의 變化를 比較 檢討한 바 있어 이에 報告하는 바이다.

II. 實驗方法 및 材料

1. 三相 12펄스 全波整流裝置와 單相 全波整流裝置의 性能을 알기 위해서 吸收體로 알루미늄을 厚이 25 × 25 cm². 두께 5, 10, 15 mm의 세가지 種類를 使用하고, 焦點과 檢出器間 距離는 72 인치, 照射野 12 × 12 인치로 하고 照射條件으로 管電壓 60, 80, 100, 120 kVp로 하였으며, 線量檢出器로서는 電離槽型으로서 Toshiba Pocket Chamber (0~200 mR)으로 空中線量을 測定하였다. 이때 두개의 chamber를 反復 測定하고 그 平均値를 算出하여 適用하였다.

2. 三相 12펄스 全波整流裝置와 單相 全波整流裝置가 實際 寫眞效果에 미치는 影響을 알기 위해서 吸收體로서는 出力 試驗에 使用된 알루미늄판 5, 10, 15 mm 두께를 使用하고, 같은 濃度を 내는데 必要한 管電流量과 吸收體 透過후의 黑化度의 變化를 各 管電壓에 따라 算出하기 위해서 Bootstrap法에 따라 AL step wedge를 使用하고 露光하였다. 이때 增感紙로서는 Kyokko MS를 使用하고, 現像은 自動現像機로서 現像에 依한 差를 줄이기 爲해서 同時 現像을 하였다. 以上の 實驗에 使用된 X線發生裝置는 Hitachi製 150kV-300mA 三相 12펄스 全波整流裝置 및 單相 全波整流裝置였다.

III. 結 果

1. 出力比

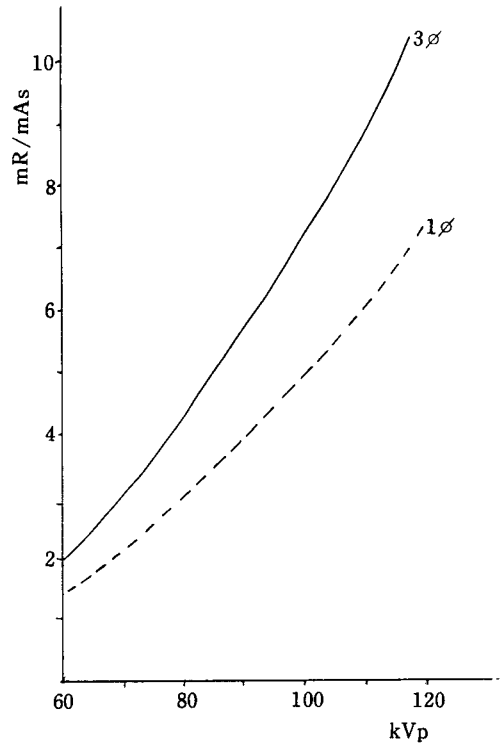


Fig. 1. Comparison of the air dose in 3φ and 1φ

各 管電壓에 따르는 三相 12펄스 全波整流裝置와 單相 全波整流裝置의 出力比는 그림 1과 같이 管電壓 60kVp에서는 三相 12펄스 全波整流裝置가 1.92 mR/mAs, 單相 全波整流裝置가 1.46 mR/mAs로 三相裝置는 單相裝置의 1.32 배, 管電壓 100kVp에서는 三相裝置가 7.5 mR/mAs, 單相裝置가 4.75 mR/mAs로 1.5 배, 管電壓 120kVp에서는 1.6 배로서 管電壓 增加에 따라 線量은 많은 增加를 보이고 있다.

같은 線量을 내기 위한 管電壓 變動은 三相裝置에서의 管電壓이 60kVp일 때는 單相裝置에서의 管電壓은 68kVp가 되고, 三相裝置에서의 管電壓이 100kVp일 때는 單相裝置에서의 管電壓은 120kVp가 되었다. 따라서 三相裝置와 單相裝置의 出力 差異는 低管電壓에서는 작아지고 高管電壓에서는 커지고 있는 것을 알 수 있었다.

2. 透過線量 比較

알루미늄 5, 10, 15 mm 두께의 吸收體를 透過한 후의 線量을 各 管電壓에 따라 比較한 것은 그림 2와

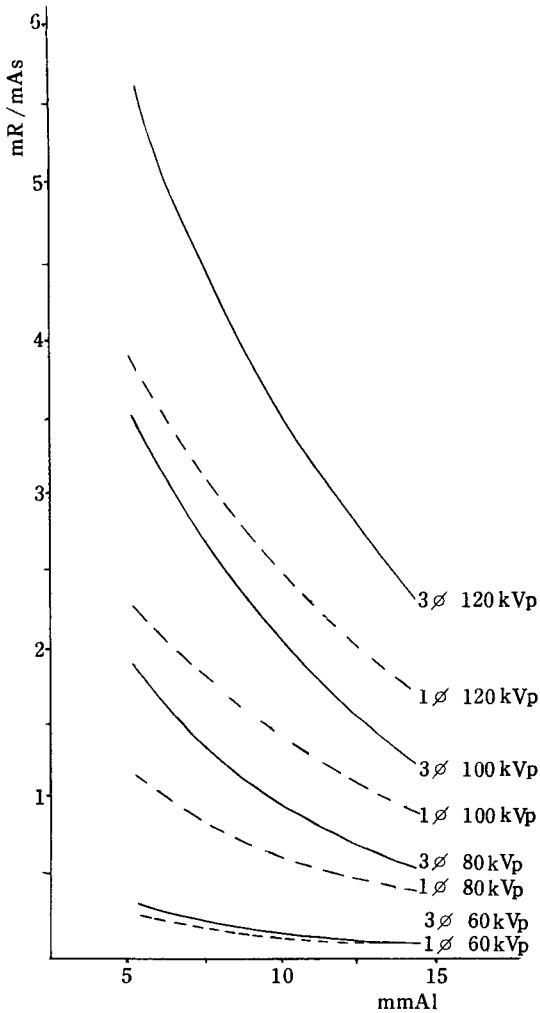


Fig. 2. Transmitted dose by the Al absorber

같으며 管電流量當 線量 mR 은 管電壓 60kVp 에서 알루미늄 5mm 를 透過한 후는 三相裝置가 0.54 mR/mAs, 單相裝置가 0.46 mR/mAs로 三相裝置는 單相裝置의 1.18 배이며 두께가 15mm로 增加되면 그 差異는 전혀 없었다. 또한 管電壓이 增加되어 120kVp가 되면 알루미늄 吸收體 5mm 를 透過한 線량은 三相裝置가 5.6mR/mAs 이고, 單相裝置가 3.8mR/mAs 로 三相裝置는 單相裝置의 1.47 배, 10mm Al 透過 후 線량은 三相裝置가 3.4 mR/mAs, 單相裝置가 2.4mR/mAs 로 1.42 배, 15mmAl 에서는 三相裝置가 2.2mR/mAs, 單相裝置가 1.6mR/mAs 로 1.38 배가 되어 吸收體 두께가 커짐에 따라 三相裝置와 單相裝置의 差異는 減少되고 있으나 管電壓 上昇에 따라서는 많은

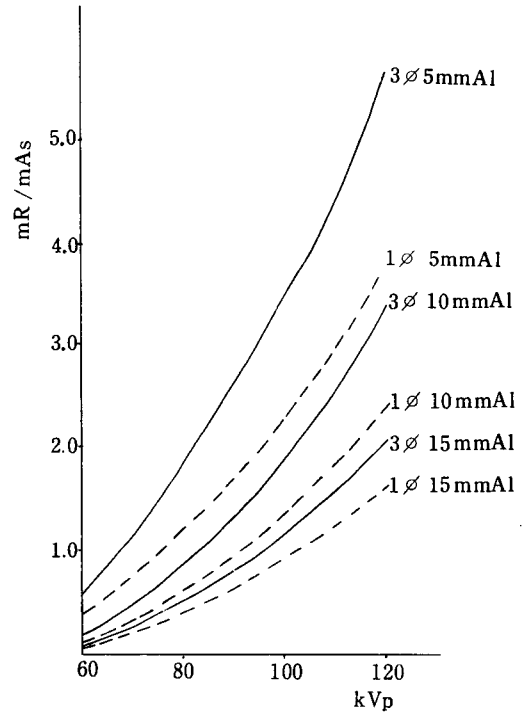


Fig. 3. Transmitted dose by tube voltage

差異를 나타내고 있다.

吸收體 두께에 따르는 管電壓 別 管電流量當의 線량은 그림 3 과 같다.

즉, 一定한 線량을 내기 爲해서 三相裝置와 單相裝置의 管電壓 差異는 吸收體 5mmAl 일 때는 三相裝置가 管電壓 60kVp 이면 單相裝置에서는 5kVp가 增加된 65kVp가 되었고, 100kVp 일 때는 17kVp가 增加된 117kVp가 되었으며, 두께가 10mmAl 으로 늘어났을 경우에는 三相裝置에서 60kVp 는 單相裝置에서 63kVp가 되었으며, 100kVp 일 때는 113kVp 가 되었다. 吸收體 두께가 더 커져 15mmAl 으로 일 때는 管電壓 60kVp 에서는 三相裝置와 單相裝置는 같고, 三相裝置 100kVp 일 때는 單相裝置에서 107kVp 가 되었다. 따라서 吸收體를 透過한 線량의 三相裝置와 單相裝置의 差異는 吸收體가 얇은 때는 크고 두꺼울 때는 작아졌으며 또 低管電壓에서 差異가 적고 高管電壓에서 差異가 커졌음을 나타내었다.

3. 濃度比較

三相 12 펄스 全波整流裝置와 單相 全波整流裝置의

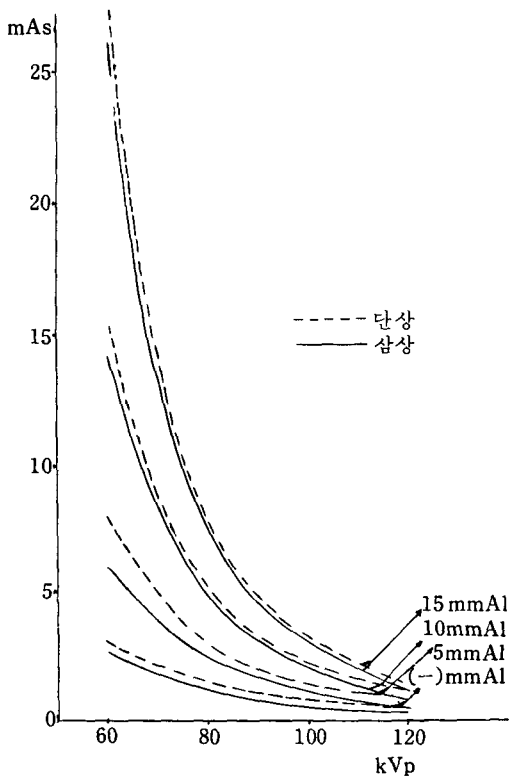


Fig. 4. Relationship of tube voltage and mAs for the same density

性能을 写真 濃度에 依해서 比較한 것으로 같은 濃度를 내는데 必要한 管電流量을 吸收體 別로 各 管電壓에 따라서 比較한 것은 그림 4, 5 와 같다.

濃度 1.0 을 내는데 必要한 管電流量은 管電壓 60 kVp 에서 吸收體가 없을 때는 三相裝置는 2.73 mAs 인데 反해 單相裝置는 3.14 mAs 가 되어 三相裝置는 單相裝置의 0.87 倍가 되고, 吸收體 5mmAl 에서는 三相裝置는 5.97 mAs 單相裝置는 7.89 mAs 로 0.76 倍, 吸收體 10mmAl 에서는 三相裝置가 14.33 mAs 單相裝置가 15.38 mAs 로 0.93 倍, 吸收體가 더 두꺼워져 15 mmAl 일 때는 三相裝置는 26.07 mAs 單相裝置는 27.35 mAs 로 0.95 倍가 되어 吸收體가 두꺼워 짐에 따라서 三相裝置와 單相裝置의 差異가 적어졌으며, 또한 管電壓이 上昇해서 100kVp 가 될 때에는 吸收體 5 mmAl 에서 三相裝置는 0.95 mAs 單相裝置는 1.48 mAs 로 三相裝置는 單相裝置의 0.64 倍, 吸收體 10mmAl 에서는 三相裝置는 1.76 mAs 單相裝置는 2.18 mAs 로 0.8 倍, 吸收體 15mmAl 에서는 三相裝置는 2.67 mAs 單相裝置는 3.14 mAs 로 0.85 倍가 되었으며 管電壓이

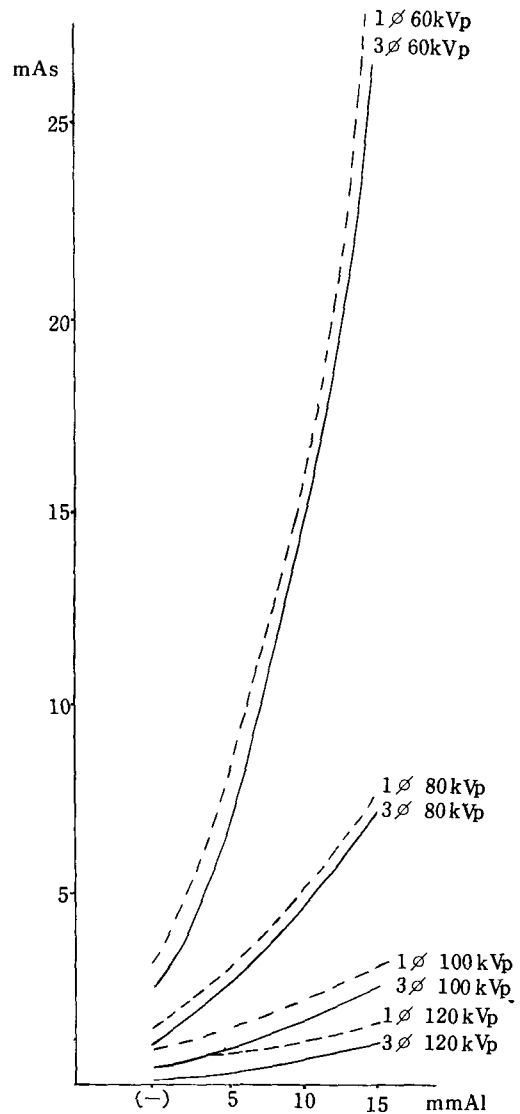


Fig. 5. mAs various thickness of Al absorber and tube voltage

增加되어 120kVp 가 되었을 때는 吸收體 5mmAl 에서 三相裝置는 單相裝置의 0.53 倍, 10mmAl 에서는 0.63 倍, 15mmAl 에서는 0.74 倍가 되어 管電壓 增加에 따라서 三相裝置와 單相裝置의 差異가 커짐을 나타내고 있다. 또한 같은 濃度를 내는데 必要한 吸收體 別 三相裝置와 單相裝置의 管電壓 差異는 吸收體 5 mmAl 일 때는 三相裝置에서 60kVp 이면 單相裝置에서는 64kVp 가 되었고 三相裝置에서 管電壓 100kVp 일 때는 單相裝置에서는 115kVp 가 되었으며, 吸收體 두께가 10mmAl 으로 늘어났을 때는 三相裝置에서 管

電壓 60kVp는 單相裝置에서는 62kVp가 되었으며, 100kVp일 때는 113kVp가 되었다. 吸收體 두께가 더 커져 15mmAl으로 될 때는 管電壓 60kVp에서는 三相裝置와 單相裝置는 같고, 三相裝置에서 100kVp일 때는 單相裝置에서는 104kVp가 되었다. 따라서 以上과 같은 結果에서 三相裝置와 單相裝置의 差異는 低管電壓에서는 작고 高管電壓에서는 커졌으며, 또한 吸收體가 얇을 때는 差異가 크고, 두꺼울 때는 적게 나타나게 되었다.

그림 6은 吸收體 두께 變化에 따라 管電壓이 變化되는 것을 三相裝置와 單相裝置에서 比較한 것으로서, 吸收體 5mmAl에서 三相裝置가 84kVp로 濃度 1.0을 낼 수 있다면 單相裝置는 90kVp가 되었으며, 10mmAl에서는 三相裝置가 96kVp이면 單相裝置는 104kVp가 되었고, 15mmAl으로 두꺼워졌을 때는 三相裝置가 108kVp이면 單相裝置는 113kVp가 되었다.

따라서 同一 管電流量을 얻기 위한 管電壓은 單相裝置가 三相裝置보다 5~8kVp 정도 높았으며, 吸收體 두께 變化에 따른 差異는 거의 없었다. 吸收體 두께에 따른 管電壓 別 濃度の 變化는 그림 7과 같은 管電流量과 管電壓 下에서 필립의 濃度는 單相裝置보다 三相裝置가 크며 同一 管電流量에서 吸收體가 두껍고 管電壓이 낮을 때 三相裝置와 單相裝置의 濃度 差異는 적어짐을 보여 주고 있다.

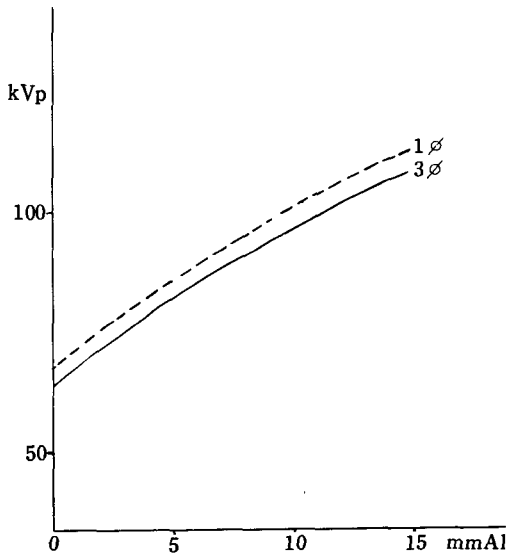


Fig. 6. Tube voltage by various thickness of Al absorber for the same density

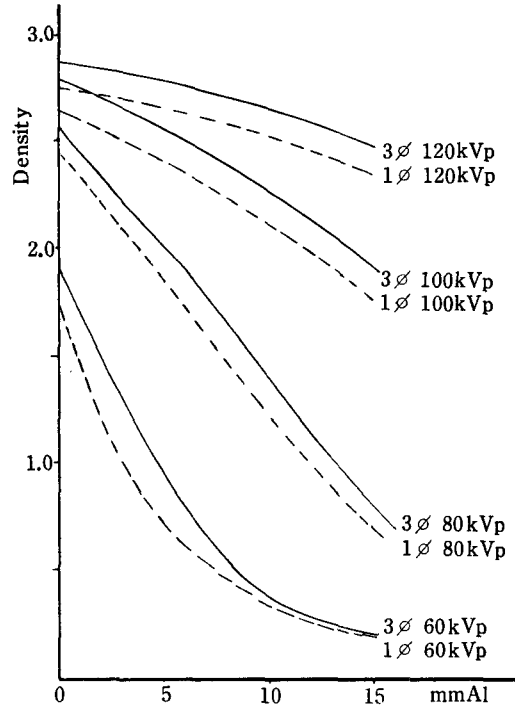


Fig. 7. The density by various thickness of the Al absorber

IV. 考 察

三相 12 펄스 全波整流方式 診斷用 X線裝置와 單相 全波整流方式 X線裝置에 對한 線質, X線 出力을 比較하는 方法으로는 X線 曝射線量, X線寫眞 黑化度, 光電子 增倍管과 螢光體를 利用한 螢光量 및 螢光波型의 오실로그래프 등이 있으나 本 實驗에서는 實際 많이 利用되고 있는 撮影 條件을 中心으로 하여 曝射線量과 X線寫眞 濃度를 比較 檢討하였다.

管電壓-管電流波型에 依한 에너지를 計算하면 三相 12 펄스 全波整流方式은 單相 全波整流方式에 比較해서 約 2배가 되며 線質이 強해지고 線量도 많아진다. 管電壓 波型에 依한 出力은 대략 單相 全波整流方式에 比較해서 六相 全波整流方式은 40~50%, 12相 整流方式에서는 70~80% 程度 管電流值를 적게 設定하므로써 거의 같은 效果를 얻을 수 있다. 單相 全波整流方式에서 管電壓 60kVp는 六相 全波整流方式으로는 管電壓 55kVp, 12相 全波整流方式으로는 管電壓 52kVp를 設定하면 된다³⁾. 이에 對해서 提⁴⁾는 三相 全波整流는 單相 全波整流에 比較해서 1.6~1.9倍, 第

1 半價層으로 比較하면 三相 全波整流方式에서 80kVp 이던 것이 單相 全波整流方式에서는 100kVp, 三相 全波整流方式에서 100kVp 이던 單相 全波整流方式에서는 120kVp에 該當되고 있다. 松田⁵⁾에 따르면 FS screen을 使用하고 두께 15cm의 水 팬틀을 被寫體로 한 實驗에서 同一 mAs值에서 三相 全波整流方式으로 60kVp 이던 單相 全波整流方式으로는 77kVp, 三相 全波整流方式에서 80kVp 이던 單相 全波整流方式에서는 98kVp, 三相 全波整流方式에서 100kVp 이던 單相 全波整流方式에서는 120kVp에 該當 되었다. 한편 大久保⁶⁾에 따르면 12相 整流 X線 診斷裝置에서는 單相 全波整流裝置에 比較해서 2.5~3 倍의 線量을 얻을 수 있다고 하였다.

本 實驗에서는 線量과 濃度の 測定에서 三相 12펄스 全波整流裝置와 單相 全波整流裝置의 差異는 같은 傾向이 났으며, 同一 濃도를 내기 爲한 管電流量은 三相 12펄스 全波整流裝置는 單相 全波整流裝置에 比較 管電壓 60~120kVp에서 20~90% 程度 적게 設定해야 同一의 寫眞效果를 얻을 수 있었으며 管電流量을 一定하게 했을 때 管電壓 變動은 60~120kVp에서 三相 12펄스 全波整流裝置보다 單相 全波整流裝置는 5~20kVp를 더 增加시켜야 같은 效果를 얻을 수 있었다. 이는 電氣的인 特性面에서 管電流나 管電壓의 波型上으로 三相 12펄스 全波整流에서는 管電壓 管電流의 平均值는 最大値의 95.4%가 되고, 脈動率이 4%가 되기 때문에⁷⁾ 發生되는 X線의 波長이 均等한 反面 連續의이어서 單位 時間當 線量率이 많아지며 單相 全波整流에서는 管電壓 管電流의 平均值는 最大値의 63.7%가 되고 脈動率이 47%가 되기 때문에^{2,7)} 發生되는 X線도 三相 全波整流에 比較 波長이 不均等한 反面 펄스의이므로 線質이나 線量面에서 많이 低下되고 있기 때문이라고 思料된다.

V. 結 論

三相 12펄스 全波整流裝置와 單相 全波整流裝置의 性能을 알기 위해 線量 및 濃도를 測定比較 檢討한 結果, 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 三相 12펄스 全波整流裝置는 單相 全波整流裝置에 比較해서 管電壓 60~120kVp에서 30~60%의 線量 增加가 있으며, 線量 差異는 低管電壓에서는 작아

지고 高管電壓에서는 커지고 있었다.

2. 三相 12펄스 全波整流裝置에서 吸收體를 透過한 線量은 管電壓 60~120 kVp에서 吸收體 5mmAl 에서는 20~60% 10mmAl 에서는 20~45%, 15mmAl 에서는 0~35%가 增加했으며 三相 12펄스 全波整流裝置와 單相 全波整流裝置의 差異는 吸收體가 얇을 때는 크고 두꺼울 때는 작아졌으며, 또한 低管電壓에서 작고 高管電壓에서 커졌다.

3. 同一 濃도를 내는데 必要한 管電流量은 管電壓 60~120kVp에서 吸收體 5mmAl 에서는 30~90%, 10mmAl 에서는 10~60%, 15mmAl 에서는 5~30%를 三相 12펄스 全波整流裝置는 減少시켜야 했으며, 管電壓 變動은 吸收體 두께에 따라서 三相 12펄스 全波整流裝置 60kVp는 單相 全波整流裝置로는 60~65 kVp, 三相 12펄스 全波整流裝置 100kVp는 單相 全波整流裝置로는 104~120kVp가 되었다.

以上과 같은 見地에서 三相 12펄스 全波整流裝置는 單相 全波整流裝置보다 그 性能이 優勢하며, 特히 高管電壓의 경우는 적은 放射線量으로 좋은 寫眞效果를 얻을 수 있을 것이라고 思料된다.

參考文獻

1. ICRP Publication 16, Protection of the patient in X-ray Diagnosis, Pergamon Press, 1974
2. 許 俊: X線技術原論, 高文社, p. 47, 1978
3. 許 俊: 放射線畫像技術實驗, 大學書林, pp. 201-207, 1980
4. 堤 直葉, 中西省三, 津田和良, 工藤弘明: 3相 12 펄스 整流方式 X線 診斷裝置의 線質線量特性, 日本放射線技術學會雜誌, Vol. 26, No. 1, p. 10, 1970
5. 松田秀治, 梅津幹夫, 村西久辛: 三相及單相全波整流 X線裝置의 比較檢討 (主に撮影條件線質分布被曝線量의 比較について), 日本放射線技術學會雜誌, Vol. 21, No. 1, pp. 65-65, 1965
6. 大久保壽男, 幾瀬純一, 星光二郎: 12相 整流方式 X線 診斷裝置와 單相裝置와의 比較 (第 1報), 日本放射線技術學會雜誌, Vol. 25, No. 1. 2, pp. 22-23, 1969
7. 金英一: 放射線士를 爲한 電氣工學, 新光出版社, pp. 258-261, 1980