

齒科 X線 撮影에 있어서 患者에 對한 被曝과 防禦에 關한 研究

서울대학교 齒科大學 放射線學敎室

朴 兌 源

THE STUDY OF PATIENT EXPOSURE AND PROTECTION FROM DENTAL RADIOGRAPHY

Park, T. W., D.D.S.

Dept. of Dental Radiology, College of Dentistry, S.N.U.

.....> Abstracts <.....

The utilization of x-ray for diagnosis and examination is increasing by about 5~15% every year, therefore, it would be mandatory to protect the patients from exposures and so, studies in this field are performed even now.

In dental field, the area of irradiation is limited any to the head and neck area, but the irradiated angle is varied following the objected tooth, so the adjacent structures lens and thyroid gland would be fragile to radiation. And the scattered radiation is one of the complicated problems in the protection because of specificity of dental x-ray and its object structures.

The author, by using TLD(Thermoluminescent Dosimeter; Teledyne Isotopes-Model 7300, Element; TLD 200(CaF₂:Dy) and Capintec(Capintec Model 192, PM-30 Diagnostic chamber 28 ml active volume), tried a measurement of air dose distribution of the scattered radiation and the irradiated dose of lens and thyroid gland under the condition of taking the film on the left maxillary molar.

The results were as follows:

1. The half value layer of adapted dental x-ray machine was measured, and is 1.44mm Al.
2. The time of irradiation on the left maxillary molar in the Alderson Rando Phantom, the measured doses of left and right lens, and thyroid gland were 8,9 mR, 1,2 mR and 2,8 mR. Under the same conditions, the scattered radiation at the distance of 1 meter from the phantom were 84 μ R at the front side, 11 μ R at the back side, 18 μ R at the right side and 72 μ R at the left side.
3. Under the same conditions, the dose showed higher value by about 5% in the presence of object(phantom) than in the case of absence.

- I. 緒 論
- II. 測定資料 및 測定方法
 - 1. 測定資料
 - 2. 測定方法
- III. 測定結果
- IV. 總括 및 考察
- V. 結 論
 - 參考文獻

I. 緒 論

現代醫學에 있어서 X線診斷 및 檢査의 利用頻도가 每年 5~15%程度 增加하는 傾向을 보이는바, 齒科領域에 있어서 X線撮影時 患者에 對한 被曝輕減 및 防禦에 關한 要求가 切實하여져 그 에 關한 研究가 계속되어왔다. 1. 2. 3. 4. 6. 7. 11. 13. 16. 17. 18. 19. 17)

放射線의 人體에 對한 影響은 大體로 遺傳의 效果와 有關한 確率의 影響과 線量過多 照射에 따른 損傷, 癌發生과 같은 非確率의 影響으로 大別할 수 있는데, 齒科X線撮影에 必要한 線量으로는 確率의 影響이 主가 된다할 수 있다.¹⁷⁾ 特히 齒科X線撮影에 있어서는 照射範圍가 頭部에 限定된 局所의 이기는 하나 撮影對象齒牙의 部位에 따라 그 照射角度의 水平 垂直方向이 變化하므로 該當齒牙의 隣接部, 즉 水晶體 甲狀腺 顎下腺等에 對한 被曝狀態가 기타 部位보다 放射線 障礙의 誘發可能性이 높다하겠다. 또한 齒科X線撮影에 利用되는 X線의 特殊性 및 頭部에 局限된 撮影上의 特殊性에 따라서 X線이 大體로 後方 側方으로 散亂되며 散亂線의 에너지가 利用線보다 크게 낮지 않으므로^{7, 14)} 이에따른 患者自體로부터의 散亂線이 術者의 防禦에 關한 要素중의 하나가 된다하겠다.

以上과 같은 問題性에 비추어 日常行하여지고 있는 齒科X線撮影에 따른 患者의 被曝狀態 및 防禦에 關한 線量分布에 對하여 調査할 必要가 있다고 思慮되어 熱螢光線量計(Thermoluminescent Dosimeter)와 Capintec을 利用하여 口內撮影에 따른 人體各部位에서의 皮膚線量 및 一定距

離의 點에 對한 空中 散亂線量을 測定하여 齒科 X線撮影에 應用코져 하였다.

II. 測定資料 및 方法

1. 測定資料

a. phantom: 試驗照射時 人體各部의 被曝에 따른 放射線 障礙를 고려하여 Alderson Rando Phantom(Alderson社製)을 使用하였다.

b. X線發生裝置: Phantom의 照射에는 Dental X-ray Machine (Asahi製, 60 Kvp, 10mA)을 使用하였고 線源 皮膚間의 距離는 15cm 照射野는 5.8cm 測定된 半價層은 1.44mm Al 이었다.

c. 線量計: 人體各部 및 一定點에 對한 線量의 測定에는 熱螢光線量計(Thermoluminescent Dosimeter; Teledyne Isotopes-Model 7, 300)을 使用하였고 素子는 TLD 200(CaF₂: Dy, 1/4×1/4×0.035" Harshaw製) 48個를 使用하였다. 또한 標準照射 및 半價層의 測定에는 reader로서 Capintec Model 192, Chamber는 PM-30 Diagnostnic Chamber(28ml Active Volume) 使用하였고 TLD 200은 照射後 24時間동안 Shield Cave에 보관후 測定하였다.

2. 測定方法

a. X線發生裝置의 半價層 測定

半價層은 線質을 測定하는 單位로 PM-30 diagnostic chamber를 cone tip으로 부터 20cm의 距離에서 no filter, 0.49mm Al, 1.0mm Al, 1.49mm Al, 2.0mm Al等 5種의 filter를 利用하여 各各 0.8秒씩 7回 照射하여 그때의 線量과 標準偏差를 구하였고 filter 없을 때에 대한 各 filter의 百分率과 半價層의 attenuation curve를 구하였다. (Table 1, Fig. 1)

b. phantom에서의 線量測定

左側上顎大白齒部의 口內撮影條件으로 60kvp 10mA 0.5秒였고 phantom에서 水晶體의 線量測定을 爲해 tube 側의 眼部 反對側 眼部 및 甲狀腺部에 素子 TLD 200을 各各 3個씩 接着시켜서 digit의 平均値 및 標準偏差를 算出한후 Fig. 3을 利用하여 線量을 計測하였다.

이때에計測된線量은素子のphantom內때부
이不可能하였으므로表面피부線量으로代身
하였다. 또한 cone tip에도素子を附着시켜서同
一條件下에서被寫體가 있는 경우와 없는 경우를
區分하여測定하였다.

C. 管球로부터一定距離에서의空間線量

이의測定을爲하여床平面으로부터1m上部에
X線管球를位置한후phantom으로부터前方(C)
後方(A)右側(D)및左側(B)1m距離에各各3
個씩의素子를벽면에附着한후左側上顎大白
齒部撮影을施行하였고, 이때測定線量이 너무
적을것을^{13, 17)} 고려하여1秒씩50回總50秒照射
하였고(Fig. 2)線量은Fig. 4를利用하여計測하
였다.

D. 熱螢光線量計의 Digit로부터 mR으로의換算

熱螢光線量計에 나타난 Digit를 mR으로表現하
는데 있어서水晶體, 甲狀腺 등의線量測定을爲
해標準照射를施行하였다. 즉線源부터 chamber
의距離53cm에서0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.0, 2.0,
및9.0, 秒等の露出時間으로 나누어 TLD素子3
個씩을同時에 capintec의 PM-30 diagnostic
chamber를照射하여 얻은 두수치를 log paper에
옮겼으며, 또한散亂線의空間分布를測定키 위하
여焦點間거리105cm에서0.05, 0.2, 1.0, 4.0秒
의露出時間으로 역시 TLD素子3개씩을 조사하
고同時에 diagnostic chamber를 조사하여 그
相關關係를 log paper에 옮겼다. (Fig 3. Fig. 4)

위 2개의 곡선은放射線防禦의概念에 의하여
20% 過多平價하였다.

E. Diagnostic chamber의 大氣條件의 影響에
關한 補正

Diagnostic chamber의 氣壓(mmHg) 氣溫(°C)
의 大氣條件에 依한 影響은 다음의 式으로 補正
하였다.

$$C_{PT} = \frac{P_0}{P} \cdot \left(\frac{273 + T}{273 + T_0} \right)$$

$P_0 = 760\text{mmHg}$

$P = \text{測定當時의 氣壓}$

$T_0 = 22^\circ\text{C}$

$T = \text{測定當時의 溫度}$

그리고 여기에 energy correction factor를 加

해 다음의 式으로 最終線量의 數值를 決定하였다.

$$C_{PT} \times 1.03(\text{E. C. F}) \times \text{capintec의 數值} = \text{求하고자 하는 } R(\text{mR})$$

위의 2補正公式에 따른線量의 補正은 diagnostic chamber를 利用한 모든線量測定에 적용하
였다.

例 D項에서의 FOD 53cm, 0.2秒의 경우 標準
照射當時의 大氣條件 (76mmHg, 21.4°C)에서
 $C_{PT} = \frac{P_0}{P} \left(\frac{273 + T}{273 + T_0} \right) = \frac{760}{764} \times \frac{273 + 21.4}{273 + 22} =$
0.993 $C_{PT} \times 1.03(\text{E. C. F}) \times \text{mR}(\text{Capintec에 나타난 數值}) = 0.993 \times 1.03 \times 21.2\text{mR} = 21.68\text{mR}$

III. 測定結果

1. 使用된 X線發生裝置(60kvp, 10mA, 5.8cm)

Table 1. The measurement of the half value layer of dental x-ray machine

Filter(mm Al)	Dose(mR)	%
Nil	177.33±2.95	100
0.49	139.46±2.82	79.1
1.0	107.97±2.82	61.2
1.49	83.86±1.19	47.6
2.0	67.69±0.57	38.4

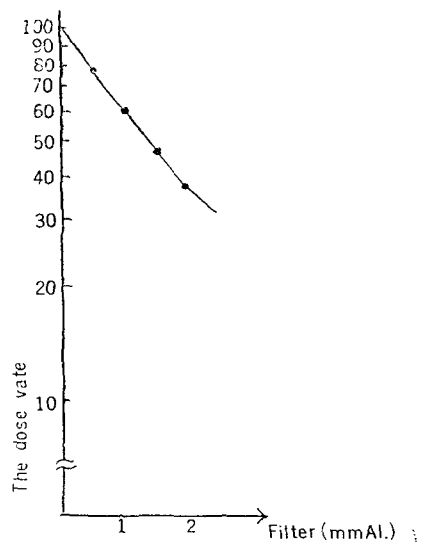


Fig 1. The attenuation curve for the measurement of half value layer

의 線質을 表示하는 半價層은 Fig. 1, Table 1에 示求한 바와같이 1.44mm Al 이었다. 또한 이의 energy 特性은 24.5 keV이었다.

2. X線發生裝置의 出力은 cone이 plastic型에서 約 2.25 R brass 型에서 1.80 R이었으며, 管球後方部에 接着하여 測定한 漏出量은 背面線量과 거의 類似한 數値를 나타내었다.

3. 左側上顎大白齒의 撮影條件(0.5秒露出) 下에서 測定된 phantom의 左右側 水晶體, 甲狀腺의 線量은 Table 2에 表示된 바와 같으며 管球側이 管球反對側의 約 4倍의 線量을 보였고, 이때 測

Table 2. The doses in typical organs for the intracranial examination of maxillary molars. (ASAHI, 60 kvp. 10mA, FSD 15cm)

SITES	DOSE
THYROID GLAND	2.8
LENS (TUBE SIDE)	8.9
LENS (COUNTER PART OF TUBE)	1.2

unit:mR

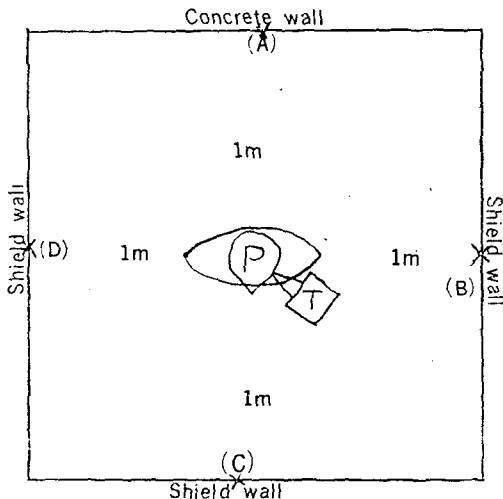


Fig 2. The schematic diagram for measurement.

- P: Phantom.
- T: Tube
- A: Backside of phantom
- B: Left side
- C: Front side
- D: Right side.

Table 3. The air doses of scattered radiation at various points apart from Rando phantom (1m) under the condition of taking the roentgenograms for the left maxillary molars.

Region	Dose
A	11
B	72
C	84
D	18

unit:μR

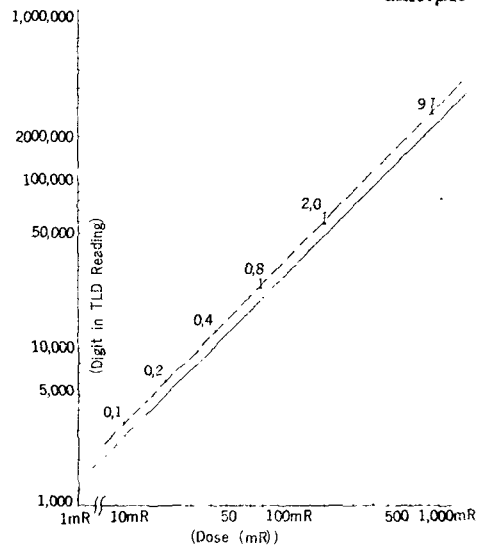


Fig 3. Correlations of dose in roentgens and TLD readings in digit about the organ.

Detector: TLD 200 $CaF_2 \cdot Dy$
 : Dose read in capintec
 ——— : 20% over estimation

定된 背面線量은 거의 無視해도 될 實線量計測에 影響을 주지않는 量이었다.

4. Phantom으로부터 1m距離의 散亂線量은 一回의 曝射로는 測定이 不可能하여 一秒씩 50回 連續露出後 上顎大白齒 撮影時의 露出時間인 0.5秒에 맞추어 보면 Table 3과 같은 線量을 얻을 수 있었다. 線量分布 順位는 phantom의 前方部, 左側部, 右側部 및 後方部の 順이었다.

5. Cone 끝에 TLD 200 ($CaF_2 \cdot Dy$)를 附着한 後 被寫體가 없는 경우의 線量은 위에 말한 條件 下에서 1.08R, 被寫體가 있는 경우는 1.13R이

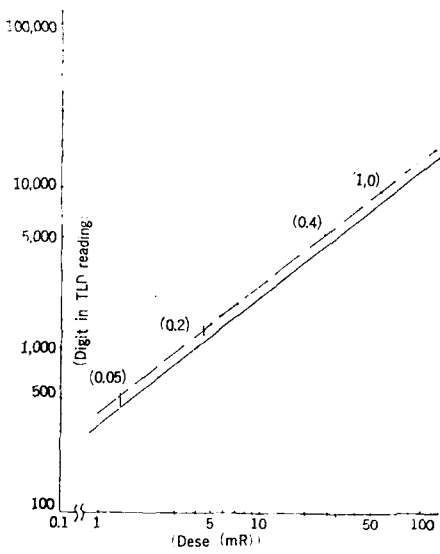


Fig 4. Correlation of dose in roentgens and TLD reading in digit about the scattered radiation.
 : Dose read in capintec
 ——— : 20% over estimation

었다.

IV. 總括 및 考察

1. 線量計에 關하여

熱螢光線量計는 熱螢光을 나타내는 結晶에 放射線을 照射하면 自由化된 電子中에는 結晶中의 格子缺陷 때문에 Trap에 捕獲된 것이 있게 된다. 이 捕獲된 電子는 室溫程度에서는 長時間동안 그 狀態를 유지하게 되나 加熱時에는 刺戟에 依하여 Trap으로부터 해방되어 安定된 energy狀態로 들어간다. 이와같은 과정에서 餘分の energy를 빛으로 放出하게 되는데 이 빛의 量을 測定하여 線量을 求하게 되는것을 原理로하는 線量測定裝置이다.^{4,5,14)} 使用되는 素子로는 LiF(Mn), CaSO₄(Mn), CaF₂(Mn) 및 CaF₂(Dy)等 數種이 있으며¹⁴⁾ 大部分 加熱冷却後 反復使用이 可能하다.⁵⁾

本 研究에서는 TLD 200(CaF₂(Dy))를 使用하였는데 이는 感도가 좋고(0.25mR±25%) 1mR 以下에서부터 10⁶R까지의 廣領域이다. energy感도는 約 20kev~50kev에서 最高値를 나타내고⁸⁾ 低 energy測定에 適合하다고 생각된다. 그러나 TLD는 energy差異에 따라 誤差를 유발하게 되므로 正確한 計測曲線을 要한다.⁹⁾

一般的으로 電離箱은 몇가지 條件 即 線質依存性이 적고 對相이되는 線質에 對하여 補正이 되어 있어야 하며 可 급적이면 根幹漏出이 적어야 한다. Capintec에 있어서도 氣溫, 氣壓狀態에 따른 Cpr 및 energy 補正因子를 고려하여 線量을 測定하여야 한다.

2. 口內法 齒科X線攝影時 臟器線量에 關하여

本 研究에 있어서는 左測上顎大白齒의 撮影條件에 依하였으므로 文獻上의 測定値를 同一한 撮影狀態로 誘道 換算하여 볼때 本 研究의 管球測水晶體의 線量(測定値: 8.9mR)보다 Bjärngard(24m rad)가 약 2.4배, 丸山(59mrad)가 6.6배의 數値를 보이니 木原의 測定値와는 類似한 값을 보였다.

이와같은 線量의 差異는 利用線의 入射角, 照射野의 厚徑, 焦點 皮膚間의 距離 被射體의 位置의 關係, 半價層 및 照射條件의 設定等에 기인한 것으로 사려된다. 管球反對側 水晶體의 경우(測定値: 1.2mR) 木原와는 多少間의 差異를 보였다.

또한 甲狀腺의 경우 著者の 것은 2.8mR이었고 木原는 9.0mrad로 약 3배의 差를보였고 丸山 Bjärngard, Baily等과 상당한 差異를 보이고 있다. 木原, 丸山는 phantom에 素子를 埋伏시켜 측정하였으나, 著者の 경우 甲狀腺部 皮膚에 附着시킨 상태에서 測定하였다.

本 研究에서 제외된 生殖腺의 線量은 文獻上에서 丸山는 男性의 辜丸(0.21mrad)이 女性의 卵巢(0.0007mrad) 보다 많은 線量을 보였다고 報告하였고 Bjärngard는 0.01과 0.006mrad였고, Ardran은 平均 0.008mR/film라고 보고하였으며 Yulek는 0.009mR라 보고하였다.

3. 口內法 齒科X線攝影時 散亂線量에 關하여

散亂線은 照射된 放射線의 3가지 經路 즉, 一次線에 露出, 管球나 cone으로부터의 散亂線에 患者나 주위 構造物에 依하여 생긴 二次散亂線에 依하여 그 線量이 좌우되는데, 위의 條件에서 phantom으로부터의 1m떨어진 點에서 四方位 各各 現저한 測定値의 差異를 보였는데, 이는 村井(1691)¹⁸⁾, Ardran¹⁹⁾等과 同一한 順位였다. 그러나 Richard¹⁵⁾에 依한 散亂線의 空間分布의 線量

値는 약간의 差異를 보이고 있는데 이는 照射條件의 差에서 起因한 것으로 생각된다. 丸山는 管球側, 管球反對側, 그리고 前方部の 順位였는데 測定된 線量은 四方位 모두 10~90 μ R 정도의 低線量을 보였다.

V. 結 論

著者は 患者에 對한 被曝輕減과 防禦에 對한 概念을 確立할 目的으로 熱螢光線量計 및 papin-tec을 利用하여 水晶體 및 甲狀腺에 對한 線量과 空中散亂線을 測定하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 使用한 X線發生裝置의 半價層을 測定(1.44 mm Al)하였다.

2. 左側 上顎大白齒 撮影時 phantom에서 測定된 左右側 水晶體 및 甲狀腺部の 線量은 各各 8.9, 1.2, 2.8mR이었으며, 同一한 條件에서 phantom에서 1m距離의 散亂線量은 phantom 前方에서 84 μ R, 後方에서 11 μ R, 右側에서 18 μ R 그리고 左側은 72 μ R의 分布를 보였다.

3. 同一條件에서도 被寫體가 있는 경우, 혹은 없는 경우에 따라 約 5%의 線量差異를 나타냈다.

(本 研究를 위해 도움을 주신 日本 大阪大學 齒學部齒科放射線學教室의 淵端孟 教授와 速水昭宗 先生께 謝意를 表합니다.)

Referenus

- 1) Ardran, G.M. & Crooks, H.E. : Observations on the dose from dental x-ray procedures with a note on radiography of the nasal bones. Brit. J. Radiol, 32 : 572 ~583(1959).
- 2) Baily, N.A. : Patient exposure to ionizing radiation in dental radiography. Radiology, 69 : 42~45(1959)
- 3) Bjärngard, B., Hollender, L., Lindahl, B & Sonesson A. : Radiation doses in oral radiography; I. Measurements of doses to gonads and certain parts of head and neck during full mouth roentgenography. Odonto-Revy 10 : 355~366(1959)

- 4) Bjärngard, B., Hollender, L., B, and Sonesson, A. : Radiation doses in oral radiography; II. The influence of technical factors on the dose to the patient in full mouth roentgenography. Odonto-Revy 11 : 100~112(1950)
- 5) Denham, D.H., Kathren, R.L., and Corley, I.P. : A CaF₂:Dy thermoluminescent dosimeter for environmental monitoring. BNWL-SA-4191(1972)
- 6) Gorson, R.O. : A limited survey of radiation exposure from dental x-ray unit. Radiology 72 : 1~13(1959)
- 7) Greer, D.F. : Determination and analysis of absorbed doses resulting from various intraoral radiographic techniques. Oral Surg, 34 : 145~162(1972)
- 8) Harshaw: Crystal solid dept. Data sheet 082, The Harshaw Chemical Co.
- 9) Jacobson, A.O., Banks, T.E., Ackerman, M., and Czerwonka, O.R. : Evaluation of personnel dosimetry methods for diagnostic x-ray special procedures work. Health Physics, 25(1):76~80(1973)
- 10) UNSCEAR Report: Sources and effects of ionizing radiation, United Nations Scientific Committee on the effects of Atomic Radiation., United Nations (1977) cited from (17)
- 11) Yülek, G.G., Soydon, E., Uger, Z. : Reduction of patient exposure during dental radiography. Health Physics, 36 : 17 ~20(1979)
- 12) 岡野友宏, 房安欣三, 榎本晃 : 口内法 X線撮影における線質, 照射野の大きさおよび焦點 皮膚間 距離と入射線量との關係. 齒科放射線. 17(2) : 101~110(1977)
- 13) 木原卓司 : 齒科 X線寫眞檢査による 患者の被曝についての疫學的研究, 齒科放射線 17(1) : 1~17. (1977)
- 14) 立入孔 : 診療放射線技術 下卷 3版 1978 南山

- 堂, 京都 p375, p387~390.
- 15) 山本昭: 口腔放射線學入門. 第4版, 鶴見大學 齒學部, 齒科放射線學教室. 1978. p222~235, 217, 289.
- 16) 丸山隆司, 御景文徳, 西岡敏雄等: 齒科用 X線 撮影時における患者の まわりの 線量分布の測定, 齒科放射線. 18(1): 13~20, 1978.
- 17) 丸山隆司, 野田豊, 安藤正一等: 齒科 口内法 撮影 およびオルソパントモグラフィにおける 臓器線量の測定, 齒科放射線. 18(3): 271~277, 1978.
- 18) 村井竹雄: 齒科 X線技術 9版, 醫齒藥出版. 昭和43年, 東京
- 19) 古本啓一: 齒科放射線診査時の被曝線量 測定 ならびに 國民の 撮影被曝線量の 推計と改善 に関する研究報告, 昭和52年度 中間報告, 日本國 文部省 科研費 總合 (A) 137062 1978.
-