

# 放射線 防禦標準의 歷史的 考察

高麗大學校 醫學技術 初級大學 放射線科

金 昌 均

## 1. 草創期

電離放射線이 生物學的으로 有害한 結果를 招來한다는 事實은 1895年 Roentgen의 X-ray 發見直後로 부터 認識되기 始作하였으며 X-ray의 繼續的인 被曝이 皮膚에 甚한 火傷과 脫毛等を 誘發하였다는 報告가 잇달아 發表되었다.<sup>1)</sup>

1898年 Curie에 의한 Radium의 發見 後에는  $\beta$ 와  $\gamma$ -ray도 X-ray와 비슷한 影響이 있음이 判明되었다. 그러므로 放射線에 의한 不必要한 被曝은 可及的 避해야 한다는 事實을 漸次 깨닫게 되었으며 防禦를 爲하여 放射線 測定の 主要性을 主唱하게 되었다.

1905년에는 많은 病院에서 lead-lined box 에 X-ray tube를 넣어서 使用하였고 또 Filter와 線속을 좁히는 器具를 使用하였다.

또한 lead-rubber Aprons와 Gloves 그리고 lead-glass Goggles 등이 紹介되었고 透過力을 試驗하기 爲하여 直接 一次線束에 손 (Hand)를 넣어서 보는 方法은 避하게 되었다.<sup>2,3)</sup>

1913年 German Radiological Society는 放射線 防禦를 爲한 最初의 規定을 採擇하였고 1915年 英國의 British Roentgen Society는 X-ray 檢査에 從事하는 사람들의 安全을 爲하여 嚴格한 規定을 國際的으로 制定할 것을 要求하였으나 더 以上の 措置는 그 당시 取하지 않았다.

1920年 以前까지에 있어서 많은 사람들의 線으로 因한 惡性腫瘍과 皮膚癌 그리고 貧血로 因한 死亡의 繼續的인 誘發은 1921年 드디어 一般 輿論을 刺戟하여 特別한 放射線 防禦規定의 必要性을 切實히 깨닫게 하였다. 그리하여 1921년에는 The British X-ray and Radium Protection Committee가 設立되었고 또다른 放射線 防禦委員會 등이 構成되었다

The British Committee가 設立된지 3個月만에 放射線 防禦에 對한 詳細한 勸告와 指針이 發表 되었으며 이것은 1928년에 International Commission on Radiological Protection (ICRP)에 의한 첫번째 勸告案 作成의 基礎가 되었다.

British 勸告案은 X-ray tube와 個人的 防禦를 비롯하여 作業條件 등이 包含되어 있으나 最大許容線量 (그 당시는 Tolerance dose라고 했음)에 對한 言及은 測定器具가 널리 利用되지 못하였으므로 不可能하였으나 약간의 Tolerance에 對한 制限은 紅斑線量이라는 이름으로 1920年代에 提示하게 되었다.

美國에서는 X-ray and Radium Protection에 對한 諮問委員會가 1928年 設置되었으며 業務內容은 後에 National Bureau of Standards (NBS)에 吸收되었다.

1931년에 X-ray Protection에 對한 첫번째 勸告案이 나왔고 (NBS Handbook 15) Radium에 관한 勸告案은 1934年 (NBS Handbook 18)에 發表되었다.

1946年 後부터는 諮問委員會의 名稱은 National Committee on Radiation Protection으로 變更되었다가 다시 1964年 이 機構는 非營利法人體로서 National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP)로 되었다.

## 2. ICRP의 設立

International X-ray and Radium Protection Commission은 第2次 International Congress of Radiology의 後援에 依해서 1928年 Stockholm에서 創立되었고<sup>5,6)</sup> 현재 名稱인 International Commission on Radiological Protection (ICRP)은 1950년에 採擇되었다.

이 委員會의 첫번째 勸告案은 British Committee에 依해서 發表된 以前의 勸告案과 類似한 內容을 1928年 (ICRP)에 發表되었다.

그러나 가장 重要한 殘存의 問題는 放射線從事者들을 爲한 Tolerance dose를 規定하는 일이었으므로 1934년에는 0.2R/day를 Tolerance dose로써 合意하는데 到達했다.<sup>33)</sup>

그러나 England, Germany 그리고 Sweden에서는 모두 이보다 낮은 0.1R/day를 Tolerance dose로 定한데 反하여 美國의 國家的인 機關에 의해서 勸告된 Tolerance dose가 0.2R/day란 것은 매우 注目할 일이었다.

### 3. 核武器와 原子爐에 따르는 問題

世界 第2次 大戰中 美國에서의 原子爐와 核武器의 開發은 많은 새로운 放射線 防禦問題를 惹起시켰다.<sup>7)</sup>

특히 中性子 放射線에 對한 標準이 전혀 存在하지 않았으며 또 새로 生成된 여러 가지 RI의 體內吸收에 對한 最大許容值를 알 수가 없었다.

原子爐에서의 여러 가지 分裂生成物로부터 나오는 강한 放射能은 危害에 對한 무서운 潛在力을 가지고 있기 때문이다.

放射線의 外部照射 限界值는 1936年 (0.1 R/day)에 制定된 것으로서 NCRP值의 基礎를 이루고 있다. 또한 內部放射線 (Internal emitter)로서 放射性 同位元素의 障害에 관계되는 規定은 Radium을 利用한 實驗으로서 만들어졌으며<sup>8,9)</sup> 1941年 NCRP는 最大許容 身體負荷를 (MPBB)을 Radium은 0.1  $\mu$ g이라고 規定되었다.

1940年代에 있어서 NCRP는 새로운 規定과 測定方法等の 開發에 重要한 役割을 擔當하였으며, 1946년에 다시 完全히 改編하였고 또 特殊한 問題를 다루기 爲하여 委員會 밑에 小委員會를 두었다.

이 小委員會들은 그들의 調査結果를 1964年度까지 NBS Handbook series에 發表하였다.<sup>34)</sup>

美國에서는 放射線 防禦를 Health Physics라는 名稱아래서 重點의으로 다루게 되었다.<sup>7,10)</sup>

The Health Physics Society가 1955년에 設立되었고 이 Society는 國際적으로 擴大되어 많은 나라로부터 會員을 가지게 되었다.

그리고 1958年 이 Society 最初의 報告書인

Health Physics를 出版하였다. 그리고 Health Physics는 放射線 防禦問題를 다루는 獨點의 이고 有一한 報告書임은 勿論이고 이 分野의 知識을 報及하는데 큰 一翼을 擔當하게 되었다.

1950年代에 있어서는 大氣에서 核武器의 實驗으로부터 나오는 落塵의 危害可能性이 汎世界的인 關心의 對象으로 나타나게 되었다. 그리고 落塵으로 因한 遺傳的인 障害의 問題는 이 分野의 많은 사람들에게 큰 관심의 對象으로 出現하게 되었다.

美國의 National Academy of Science는 原子放射線의 生物學的 影響을 研究하기 爲하여 6개의 委員會를 設立하여 集約된 報告書들을 發表하였다.<sup>11,12)</sup>

1955年 The British Medical Research Council은 核放射線의 遺傳的 그리고 醫學的 側面을 研究하기 爲하여 하나의 委員會를 指定했는데 그 委員會에서도 여러 가지 報告書를 發表했다.<sup>13,14,15,16)</sup>

1955年 UN에서도 國際的 次元에서 Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR)을 設立하였고 이 委員會에서는 이 分野의 綜合的인 報告書들을 發表하였다.<sup>17,18,19,20)</sup>

### 4. 1950年以後의 ICRP 勸告案

1950年 ICRP는 戰後의 첫모임을 開催하여 放射線物理學에 대한 새로운 情報을 蒐集하여 完全히 改訂된 ICRP 勸告案을 發表하였다.<sup>21)</sup>

이때 最大許容總量을 0.2R/day에서 0.3R/wk (공기중)로 낮추었고 組織 g當 吸收 energy로 表示된 速中性子線量은  $\gamma$ -放射線의 許容值의 1/10까지 制限시켰다. 또한 RBE (Relative biological effectiveness)의 概念이 처음으로 紹介되었으며 그 値는  $\gamma$ , X 그리고  $\beta$ -ray는 1, 陽子와 速中性子は 10 또한  $\alpha$ -ray는 20으로 定하였고, 約 10種類 정도의 放射性 同位元素에 對해서 身體, 空氣 그리고 飲料水의 最大許容蓄積值를 制定하였다.

1950年代 一般大衆의 遺傳的 障害에 對한 關心이 高潮됨에 따라 1952年 ICRP는 ICRU 그리고 UNESCO와 合同으로 放射線生物學에 對한 暫定的인 會議를 開催하여 背後放射線은 除外하고 10R으로 定하자는데 非公式的인 合議를 보았다.

1953년에는 ICRP의 公式的인 會議에서 Critical organ이란 概念이 처음으로 紹介되었고<sup>22)</sup> 許容線量에 對한 單位로서 rem을 쓰게 되었다.

이때에 造血臟器, 生殖腺 그리고 눈의 水晶體에 對한 最大許容線量を 0.3rem/wk 또한 皮膚에 對해서는 0.6 rem/wk 로 規定하였다.

LET의 函數로서는 RBE factor를 使用하였으며 約 100種의 放射性 同位元素에 對한 身體, 空氣 그리고 飲料水의 最大許容蓄積値는 身體負荷量의 計算에 根據를 두었고 또 身體負荷量은 Critical organ에 0.3rem/wk의 平均線量を 줄수 있는 量으로 定하였다.

한편 一般大衆의 最大許容値는 放射線 作業從事者의 被曝量에 比해서 1/10로 規定하였다.

1956年 會議에서는 1953年 採擇한 勸告案에 對해서 小幅의 修正을 加하였으며 特別히 強調한 點은 一定期間에 對한 蓄積線量에 制限을 둔것으로써 30才까지의 總蓄積線量を 50rem 以下로, 한다는 內容이었다. 또 生殖腺이 Critical organ일때 最大許容蓄積은 適當線量인 0.1 rem에 基準을 두지않으면 안되게 되었다.

UNSCEAR의 要請에 依해서 ICRP는 ICRU와 共同으로 放射線의 醫學的 利用인 境遇 個人과 集團에 對한 被曝線量を 評價 檢討하게 되었다<sup>23)</sup> 두번째의 共同研究는 1959年에 實施되었다.<sup>24)</sup>

1958年엔 改訂된 勸告案이 採擇되었다.<sup>25)</sup> 이 改定案에 依하면 18才 以上 年齡에 있어서 生殖腺, 造血臟器, 눈의 水晶體의 最大許容蓄積線量은  $D = 5(N - 18)$  이라는 關係式이 紹介되었다. 但, D는 rem單位의 線量, N은 年齡 또 一般線量を 包含하여 連續 13週에 最大許容 線量率을 3 rem으로 定하였다.

한편 一般大衆인 경우 30才까지의 生殖腺에 蓄積되는 線量은 自然背後放射線을 包含하여 5rem으로 制限시켰다.

ICRP의 또다른 委員會(Committee II)의 包括的인 報告가 1959年에 發表되었는데<sup>26)</sup> 이 報告書에는 身體, 空氣, 飲料水의 最大許容蓄積을 約 240種의 核種에 對해서 規定하고 있고 職業的인 照射란 連續照射로서 適當 40時間으로 定하고 있다.

1962年 擴大된 새로운 用語가 紹介되었고<sup>27)</sup> 두가지 重要한 修正案이 採擇되었다.<sup>28)</sup> 눈의 水晶體에 對한 最大許容線量은 4rem/13wk로 增加되었다. 그러나 이것은 높은 LET의 特殊한 放射線(中性子에 依한 衝突結果 生成되는 反跳電荷粒子) 이나 QF가

30경도인 境遇에만 適用될 수 있다. 또 生殖可能年齡의 女子에 對한 特殊한 勸告案이 紹介되었으며 腹部에 對한 線量은 1.3rem/13wk로 制限시켰고 妊娠이라고 診斷이 되었을 때 妊娠期間의 胎兒에 對한 線量은 1rem을 超過해서는 안된다고 勸告하고 있다.

1962년에는 다시 ICRP의 從來 委員會構造를 改造하여 四個의 새로운 委員會로 再編成하였고<sup>29)</sup> 그 各各의 擔當業務는 다음과 같다.

- 1) radiation effects(放射線의 效果) ;
- 2) internal exposure (內部照射) ;
- 3) external exposure (外部照射) ;
- 4) application of recommendations (勸告案의 適用) 또 特殊한 問題에 對해서는 特殊分科 小委員會 (Small ad hoc Task groups)를 構成 하여 다루기로 되어 있다.

## 5. 其他 國際 關聯 機構

ICRP와 더불어 數個의 國際的인 機構가 放射線 防禦 分野에서 活躍하고 있다. (表參照) 그러나 이 모든 機構들은 國際放射線防禦協會 (International Radiation Protection Association, IRPA)에 加入되어 있다.

이 IRPA는 1964年에 創立<sup>30)</sup> 되어 1966年 Rome에서 첫번째 會議를 開催한<sup>31,32)</sup> 以來 오늘에 이르고 있다.

表: 放射線 防禦의 業務에 關聯되는 機構

1. International Commission on Radiological Protection (ICRP)
2. International Commission on Radiological Units and Measurements (ICRU)
3. International Organization for Standardization (ISO)
  - 1) International Electrotechnical Commission (IEC)
4. United Nations (UN)
  - 1) Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR)

- 2) International Atomic Energy Agency (IAEA)
- 3) World Health Organization (WHO)
- 4) Food and Agriculture Organization (FAO)
- 5) World Meteorological Organization (WMO)
- 6) International Labour Organization (ILO)
5. Organization for Economic Cooperation and Development (OECD)
- 1) European Nuclear Energy Agency (ENEA)
6. European Atomic Energy Community (EURATOM)
7. European Society for Radiation Protection (ESRP)
8. Organization of American States (OSA)
9. International Radiation Protection Association (IRPA)

#### 参 考 文 献

1. Glasser, O.: First observations on the physiological effects of roentgen rays on the human skin. *Am. J. Roentgenol. Radium Therapy* 28, 75, 1932
2. Kathren, R.L.: Early X-ray protection in the United States. *Health Phys.* 8, 503, 1962
3. Schneider, G.H.: Zum Strahlenschutz aus geschichtlicher Schau. *Strahlentherapie* 128, 460, 1965
4. Taylor, L.S.: Brief history of the National Committee on Radiation Protection and Measurements (NCRP) covering the period 1929-1946. *Health Phys.* 1, 3, 1958
5. Kaye, G.W.C.: Protection and Working conditions in X-ray departments. *Brit. J. Radiol.* 1, 295, 1928
6. Taylor, L.S.: History of the International Commission on Radiological Protection (ICRP). *Health Phys.* 1, 97, 1958
7. Morgan, K.Z.: Graduate Programs for the health physicist in the United States. *Health Phys.* 11, 895, 1965
8. Evans, R.D.: The effect of skeletally deposited alpha-ray emitters in man. *Brit. J. Radiol.* 39, 881, 1966
9. Evans, R.D.: The radium standard for bone seekers-evaluation of the data on radium patients and dial painters. *Health Phys.* 13, 267, 1967
10. Morgan, K.Z.: Development of health physics as a profession. *Health Phys.* 12, 1745 (abstr.), 1967
11. NAS-NRC: "The Biological Effects of Atomic Radiation," *Natl. Acad. Sci.-Natl. Res. Council*, Washington, D.C. 1956
12. NAS-NRC: "The Biological Effects of Atomic Radiation," *Natl. Acad. Sci.-Natl. Res. Council*, Washington, D.C. 1960
13. Medical Research Council: "The

- Hazards to Man of Nuclear and Allied Radiation." H.M. Stationery Office, London 1956
14. Medical Research Council : "The Hazards to Man of Nuclear and Allied Radiation," H.M. Stationery Office, London, 1960
  15. Medical Research Council : "The Exposure of the Population to Radiation from Fall-Out." H.M. Stationery Office, London, 1964
  16. Medical Research Council, "The Assessment of the Possible Radiation Risks to the Population from Environmental Contamination." H.M. Stationery Office, London, 1966
  17. UNSCEAR: Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. General Assembly, official records: 13th session, Suppl. No. 17 (A/3838). United Nations, New York, 1958
  18. UNSCEAR: Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. General Assembly, Official records: 17th session, Suppl. No. 16 (A/5216). United Nations, New York, 1962
  19. UNSCEAR: Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. General Assembly, official records: 19th session, Suppl. No. 14 (A/5814), United Nations, New York, 1964
  20. UNSCEAR: Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. General Assembly, official records: 21st session, Suppl. No. 14 (A/6314), United Nations, New York, 1966
  21. ICRP: International recommendations on radiological protection. Brit. J. Radiol. 24, 46, 1951
  22. ICRP: Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Brit. J. Radiol. Suppl. No. 6, 1955
  23. ICRP-ICRU: Exposure of man to ionizing radiation arising from medical procedures. Phys. Med. Biol. 2, 107, 1957
  24. ICRP-ICRU: Exposure of man to ionizing radiation arising from medical procedures with special reference to radiation induced diseases. Phys. Med. Biol. 6, 199, 1961
  25. ICRP : Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publ. No. 1. Pergamon Press, Oxford, 1959
  26. ICRP : Report of Committee II on permissible dose for internal radiation. ICRP Publ. No. 2, Pergamon Press, Oxford, 1959
  27. ICRU : Radiation quantities and units. Report 10a of the International Commission on Radiological Units and Measure

- ments. Natl. Bur. Std. (U.S.), Handbook 84, 1962
28. ICRP : Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publ. No. 6. Pergamon Press, Oxford, 1964
  29. ICRP : Report of Committee IV on Protection against electromagnetic radiation above 3 MeV and electrons, neutrons and protons. ICRP Publ. No. 4, Pergamon Press, Oxford, 1964
  30. IRPA : Constitution adopted unanimously by the protempore general assembly of the International Radiation Protection Association. Health Phys. 11, 337, 1965
  31. IRPA : First International Congress of the International Radiation Protection Association, Rome, 1966. Health Phys, 12, 1945, 1966
  32. IRPA : Constitution of the International Radiation Protection Association. Health Phys. 14, 59, 1968
  33. ICRP : International recommendations for X-ray and radium protection. Brit. J. Radiol. 7, 695, 1934
  34. NCRP : Shielding for high-energy electron accelerator installations. Rept. No. 31, National Committee on Radiation Protection and Measurements. Natl. Bur. Std. (U.S.), Handbook 97, 1964