

放射線 關係 單位의 變遷

高麗大學校 保健專門大學 放射線科

金 昌 均

The Change of the Units Related to Radiology

Chang Kyun Kim

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

I. 緒 論

放射線學의 比重이 漸次 커짐에 따른 他 學問分野와의 相互 連關性이 緊密하여 짐으로써 放射線學 自體의 發展이 他分野에 多少의 影響을 波及하게 되고 또 反對로 諸般 自然科學의 領域이 擴大됨에 따라 放射線學問에 直接 또는 間接的으로 作用을 미치는 것이 嚴然한 現實이다.

따라서 放射線學이 어떤 獨立된 分野를 開拓해가면서 恒常 基本이 되는 學問인 自然科學을 떠나서는 存在할 수 없는 것은 이와같은 理由에서 起因한 것이다.

放射線이 發見되어 使用하면서 이것에 對한 量的 單位에 가장 먼저 利用된 原理가 電離作用에 依한 結果를 利用한 方法으로써 現在까지도 가장 널리 使用하고 있으나 그 單位의 表記方法에 있어서는 많은 變遷을 하여왔다.

卽 初期에는 그 單位로써 “r”를 放射線量의 單位로서 使用되었으며 special name으로는 x-ray 發見한 사람인 “Roentgen” 先生의 遺業을 保存하기 爲하여 “Roentgen”으로 불리워졌으나 이 “r”를 使用하는 데는 多少의 混用이 惹起되었다. 그 理由는 英文表記로서 “r”字는 放射性物質에서 放出되는 放射線의 一種인 “ γ -ray”의 “r”와 區別이 되지않는 問題點이 發生하여 1964年 ICRU(國際放射線單位 및 測定委員會)에서 放射線의 量的單位를 小文字인 “r”를 大文字 “R”로 變更하여 使用하기로 決定함에 따라서 近來까지 繼續하여 使用되어 왔었다. 그러나 이 “R”單

位도 自然科學分野에서 使用되는 單位系의 變遷으로 因하여 그 定義自體도 여러번 變化되어 왔으나 不遑間에 있어서는 그 表記方法 自體도 消滅이 確定된 狀況에 처해 있는 實情이다.

II. 諸 單位系의 考察

自然科學分野에서 只今까지 使用되어 왔거나 또는 使用된 적이 있는 諸 單位系에 對하여 簡單히 考察하는 것이 放射線에 關係되는 單位系를 理解하는데 一助가 될 것으로 思料된다.

1) f. p. s. system

이 單位系는 一名 “British system” 이라고도 불리며 特히 英國系統의 國家들에서 主로 使用되어 왔으며 一部는 改編이 되었고 또 一部는 아직도 存續하고 있는 單位系로서 길이의 單位는 “foot”, 무게의 單位는 “pound”, 그리고 時間의 單位는 “second”로서 이 3種의 基本單位를 基礎로 하여 만들어진 單位系를 말한다.

2) c. g. s. system

길이, 무게 그리고 時間의 表記單位로서 “centimeter”, “gram” 그리고 “second”를 學術上 基本單位로 하여 使用하는 것을 말하며 最近까지도 널리 使用되어 왔으며 一部는 現在도 使用되고 있다.

3) m. k. s. system

1901年 C. Giorgi에 의하여 提案된 單位系로서 길이는 "meter", 무게는 "kilogram", 그리고 時間은 "second"를 基本單位로 하여 使用된 單位系를 m. k. s. system이라고 하며 以上 單位系中에서 가장 많이 使用되고 있다.

4) S. I. units

이것은 "Système International d' Unités"의 略字로서 이 單位의 起源은 m. k. s. 單位系를 根幹으로 하여 制定되었으며 現在에는 모든 自然科學分野에서 c. g. s. 單位系와 f. p. s. 單位系에 代替하여 가장 많이 使用되고 있으며 向後에는 모든 單位를 이 SI 單位로서 統一하여 使用될 것이 確實視되고 있다. 그러므로 最初로 指定된 7種의 基本 SI units와 後에 追加된 單位를 보면 表1과 같다.

表 1. SI 單位

分 類	單位名	表記方法	物理的 量
基本 7種單位	metre	m	길 이
	kilogram	kg	무 게
	second	s	時 間
	ampere	A	電 流
	kelvin	K	熱力學溫度
	mole	mol	物質의 量
	candela	cd	光 度
追 加 單 位	radian	rad	平面角
	steradian	sr	立體角

以上の 基本 7種의 單位와 追加된 2種의 SI 單位에서 現在의 모든 單位가 誘導되어 使用되고 있으며 그 例를 보면 表2와 같다.

表 2. 誘導單位

單位名	表記方法	物理的 量
hertz	Hz	周 波 數
newton	N	힘
joule	J	일 또는 energy
watt	W	力 率
coulomb	C	荷 電 量

單位名	表記方法	物理的 量
volt	V	電 壓
farad	F	靜 電 容 量
ohm	Ω	電 氣 低 抗
weber	Wb	磁 束
tesla	T	磁 束 密 度
henry	H	自己 및 相互 誘導
lumen	lm	光 束
lux	lx	照 度
pascal	Pa	壓 力
siemens	S	電 氣 傳 導 性

III. 放射線 單位의 變遷

放射線分野에서 使用되고 있는 모든 單位들도 全般의인 單位系의 變化趨勢의 一環으로 變化 시키기 爲하여 1974年 ICRU에서는 모든 放射線分野에서 使用中인 單位들을 SI 單位化 하기로 決定을 하였으며 向後 10年間은 既存單位들과 併用하고 1984年 부터는 完全히 SI 單位로 統一하여 使用할 것을 勸告하고 있다. 그런데 英國에서 發刊되는 "The British Journal of Radiology"에서는 1980年 1月부터 모든 放射線關係單位를 SI 單位로 使用할 것을 決定한 바 있다. 그러므로 本論에서는 重要的 몇 가지의 放射線關係單位에 對하여 既存單位와 SI 單位의 概念에 對하여 考察하기로 한다.

1) 照射線量(exposure dose)

照射線量의 單位는 最近까지도 "R"를 表記方法으로 使用하여 왔으며 그 定義를 살펴보면 初期의 c.g.s. system에 依해서는 " $1R = \frac{1 \text{ esu}}{1 \text{ cc of air at STP}}$ "로 規

定하였으나 1971年 부터는 m. k. s. system에 依한 定義로서 " $1R = 2.58 \times 10^{-4} \text{ C kg}^{-1}$ "로 規定하였다.

그러나 모든 單位系가 SI 單位系로 伏替됨에 따라 照射線量의 表記方法인 "R"을 使用하지 않고 "1 exposure unit = 1 C kg^{-1} (air)" 또는 그냥 " C kg^{-1} "등으로 表示하고 있다.

2) 吸收線量(absorbed dose)

從來의 吸收線量의 單位의 表記는 "radiation absorbed dose"의 첫머리字를 引用한 "rad"를 使用하였으며 그의 規定은 c. g. s. system에 依하여 "1rad = 100

erg/g”로 定하였다. 그러나 後에 m. k. s system 에 依하여 다시 “1 rad = 10⁻² J kg⁻¹” 로 改定되었다가 SI 單位化 되면서는 表記方法을 “rad” 란 用語를 使用 하지 않고 새로운 吸收線量의 單位名으로 “gray” 를 採擇하였으며 그 表記方法으로는 “Gy” 를 使用하기로 決定하고 量的 範圍는 “1 Gy = 1 J kg⁻¹” 로 規定하여 보다 簡單하고 便利한 方向으로 改編되었다. 따라서 新舊單位의 關係를 比較하면 表 3 과 같다.

表 3. 新·舊單位間의 比較

新單位	舊單位	舊單位	新單位
1 Gy	100 rad	0.1 rad	1 mGy
1 mGy	0.1 rad	1 rad	10 mGy
10 mGy	1 rad	10 rad	100 mGy
100 mGy	10 rad	100 rad	1 Gy

3) 線量當量(dose equivalent)

방사선방어용의 概念으로 使用되고 있는 線量當量 은 그 表記方法으로 “rem” 을 使用하여 왔으며 그 語源은 “roentgen equivalent man” 의 첫머리字를 引用 한 것으로서 由來하였으며 이 線量當量의 概念은 “rem = rad × QF × …” 으로 定義되며 이때 吸收線量이 1 rad 이고 線質係數가 1 인 境遇에는 線量當量이 1 rem 이 된다. 그러나 吸收線量의 單位가 SI 單位化로 變化되어 rad 에서 Gy 로 되었기 때문에 이 “rem” 을 그대로 使用할 수 없기 때문에 線量當量의 單位를 다시 “sievert” 로 改稱하면서 그 表記方法으로 “Sv” 를 使用하였다. 그러므로 1 Gy 인 吸收線量이 線質係數 1 인 境遇에는 1 Sv 가 된다. 이와 같이 線量當量의 單位가 變更되므로 因하여 從前에 單位로 表示하던 規定值의 修正이 不可避하게 되었다. 다음 表에 두 單位間의 關係와 一例를 나타낸다(表 4, 表 5).

表 4 新·舊單位間의 比較

新單位	舊單位	舊單位	新單位
1 Sv	100 rem	1 rem	10 mSv
1 mSv	0.1 rem	10 rem	100 mSv
10 mSv	1 rem	100 rem	1 Sv
100 mSv	10 rem	0.1 rem	1 mSv

4) 放射能(activity)

從前까지는 放射能의 單位로서 radium 을 發見한

表 5. 作業從事者의 MPD(年間)

部 位	mSv	rem
全身, 水晶體, 赤骨髓, 生殖腺	50	5
手, 足	750	75
前膊, 足關節	300	30
上記部位나 臟器外의 單一臟器	150	15
胎兒(妊娠期間中)	5	0.5

“Marie Curie” 에서 Curie 를 引用하여 使用하였고 表記方法은 “Ci” 로 表示하였다. 그리하여 “1 Ci = 3.7 × 10¹⁰ dps” 로 定義하였으며 이때 “3.7 × 10¹⁰ dps” 란 radium 1g 이 1 秒 동안에 崩壞하는 數로서 나타난 것이다. 그러나 SI 單位化 하면서 單位名을 Curie 에서 Becquerel 로 改稱하였고 表記方法도 “Ci” 에서 “Bq” 로 代替하기로 決定하였다.

Becquerel 이란 1896 年 放射能을 最初로 發見한 Henri Becquerel 에서 引用되었으며 그 定義도 “1 Bq = 1 dps” 로 함으로써 從來 使用하던 Ci 에 比하여 매우 簡便하게 되었으며 Bq 과 Ci 와의 比는 表 6 에 나타 난 바와 같다.

表 6. 新·舊單位間의 比較

新單位	舊單位	舊單位	新單位
1 Bq	27 pCi	1 nCi	37 Bq
1 kBq	27 nCi	1 μCi	37 kBq
1 MBq	27 μCi	1 mCi	37 MBq
1 GBq	27 mCi	1 Ci	37 GBq
1 TBq	27 Ci	1 kCi	37 TBq
1 PBq	27 kCi	1 MCi	37 PBq
1 EBq	27 MCi	30 MCi	1.11 EBq

5) 比 γ-ray 常數(specific gamma-ray constant)

比 γ-ray 常數의 表記方法은 從前과 다름없이 現在에도 “Γ” 를 使用하고 있으나 그 概念은 各各의 構成要素가 變化됨에 따라서 달라졌다. 卽 從前에는 source 의 放射能을 Ci 數로 表示하고 距離를 cm, 그리고 線量을 R 으로 나타냈으나 現在에는 source 의 放射能을 Bq, 距離를 m, 그리고 線量을 C kg⁻¹ 로 表示하기 때문이다. 그러므로 同一한 核種에서의 新概念과 舊概念에 依한 關係를 보면 表 7 과 같다.

表 7. 新·舊의 比 γ -ray 常數比較

核種	新· $\Gamma \cdot 10^{-4} \left(\frac{\mu\text{C} - \text{m}^2}{\text{kg} - \text{hr} - \text{MBq}} \right)$	舊· $\Gamma \left(\frac{\text{R} - \text{cm}^2}{\text{hr} - \text{mCi}} \right)$
Co-60	92.0	13.2
I-131	15.34	2.2
I-125	4.88	0.7
Ra-226	57.53	8.25
Cr-51	1.12	0.16
Fe-59	44.63	6.4
Tc-99m	5.02	0.72

IV. 結 論

以上에서 보는 바와 같이 모든 單位系나 或은 定義는 恒常 簡單하고 便利한 方向으로 變遷하여 나가고 있는 것이 現實이다. 그러므로 變化하고 發展되는 學問에 各自 能動的인 姿勢로 對處하기 爲하여서 가

장 時急하게 把握하여야 할 問題는 우선 모든 學問의 基本이 되는 單位系를 早速히 새로운 概念으로 正確하게 認識하여 보다 빠른 時日內에 새로운 單位系를 放射線學 全般에 實用化하여야 할 것이다.

参考文献

1. The British Journal of Radiology, Jan. Vol. 52, 1979
2. The British Journal of Radiology, Jan. Vol. 53, 1980
3. Kenneth R. Kase and Walter R. Nelson : Concepts of Radiation Dosimetry Pergamon, 1978
4. Marilyn E. Noz and Gerald Q. Maguire Jr : Radiation Protection in the Radiologic and Health Sciences, Lea & Febriger, 1979
5. Glenn F. Knoll : Radiation Detection and Measurement, John Wiley & Sons, 1979