360. 電離箱線量計による電子線吸収線量の評価

大阪大学医学部附属病院中央放射線部

○川越康充
(Yasumitsu Kavagoe)
川本清澄
(Kiyosumi Kawamoto)菊池利邦
(Toshikuni Kikuchi)
浅田朋宏
(Tomohiro Asada)伊藤慎弥
(Shinya Ito)
森 嘉信
(Yoshinobu Mori)桜井邦昭
(Kuniaki Sakurai)

【目的】 新しく改訂された『放射線治療における吸収線量の標準測定法』に基づいて、0.6cc指頭形(2571型,2505/3型),平行平板形(IONEX-2532/3(0.3CC),2536/3(0.03CC),2534A(0.055CC))の電離箱線量計を用いて各電子線の吸収線量を求め、比較検討したので報告する。

【方法および結果】 (1)図1に測定構成図を示す。実効中心は変位法をもちい、指頭形では幾何学的中心が2mm線源へ移動した点とし、平行平板形では空洞内前壁とした。I_{ref}は18,15,12,9,6MeVの5段階とした。

(2)電子線の入射平均I_{ref}($\bar{E}_0$):指示値の百分率曲線に、各深さにおける擾乱補正(Pf・Pd)を行って得た深部電離量百分率曲線から、電離半価深($\bar{d}_{50}$),線量半価深($\bar{R}_{50}$)を求め、 $\bar{E}_0=2.33 \cdot \bar{R}_{50}$ に代入した。線量計間の差は認められず、すべてが公称I_{ref}に比べて10%~15%低い値となった。(表1)(3)電離箱線量計のAc, Aw:指頭形では電極壁材とヒト「アッ」キップの材質、平行平板形ではヒト「アッ」キップのかわりに、校正の際、使用した4mmの亚克力板と電極のまわりの亚克力樹脂より求めた。(表2)

(4)イオン再結合補正係数(Pion):電離箱の実効電極間隔(d)を求め、パルスあたりに集められる電離密度(P)から収集効率(f)を導く方法で求めた。値は1.007~1.0007であった。(5)電子に対する水/空気の平均制限衝突質量阻止能比((L/ρ)_{water,air}),電子ファイン係数(Pf)は $\bar{E}_0$ より計算で求めた。(6)W_{air/e}は33.73J/Cを使用した。(7)吸収線量の値の比較:吸収線量計算の基本式[$D_c=N_c \cdot (M \cdot K_1 \cdot P_{ion}) \cdot A_c \cdot A_w \cdot (W_{air/e}) \cdot (L/\rho)_{water,air} \cdot Pd \cdot Pf$]より求めた。表3は、0.6cc指頭形(「グアライト」)の値を1とした線量誤差である。ピーク深は各線量計にて少しずつ異なるため、比較しやすい校正深(18~12MeVは2cm,9~6MeVは1cm)であらわした。指頭形どうし、平行平板形どうしはよく一致し、すべてが1%以内の誤差であった。指頭形と平行平板形の比較では、12~6MeVで誤差は2%以内(0.055ccのみ2.28%)、18~15MeVにおいて最高+2.89%の誤差が生じた。

【考察】 電子ファインの値は指頭形が平均I_{ref}から求める値をもちいるのに対し平行平板形はすべて1である。18MeVにおいて最高+2.89%の誤差が生じたのは、この差が1.5%程あり、これが線量計の指示値の誤差と重なったためと考える。次に6MeVと18MeVにおける、指頭形線量計と平行平板形線量計による吸収線量の変化を検討した。(図2) 18MeVでは、校正点を含め深部線量率80%までは3%弱の誤差がみられるが、それ以降のところでは両者はよく一致している。つまり80%深までは誤差がほぼ一定であることを示す。これは12MeV,15MeVでも同様であった。6MeVでは校正深で両者はよく一致しているが、80%深以降では両者に差がみられる。これは指頭形が電子ファインの影響をうけるのに対して、平行平板形が常に1であるためと考える。

【結論】 (1)平均入射I_{ref}は公称I_{ref}に比べて10~15%低い値となり、線量計間の差は認められなかった。(2)Ac, Aw,および阻止能比の値は吸収線量変換係数C_E'に影響する。(3)校正深吸収線量の比較では、15~18MeVにおいて平行平板形線量計で約3%の誤差を認めた。(4)深部線量全体の誤差は12~18MeVにおいて、ほぼ一定であるが、6~9MeVでは、深部線量率80%より深い位置で誤差が増加した。これは電子ファインの影響であると考えられる。(参考文献) 吸収線量の標準測定法 日本医放物理部会編

図1

平均入射エネルギー($\bar{E}_0$)の比較

	指頭形電離箱	平行平板形電離箱
公称電極間隔	0.6cc	0.6cc
公称電極間隔	0.3cc	0.03cc
公称電極間隔	0.055cc	0.055cc
18MeV	16.6	16.8
15MeV	13.4	13.4
12MeV	10.4	10.4
9MeV	7.9	7.9
6MeV	5.1	5.2

表1

線量計名称	容積(cc)	電極の材質	キップの材質	Ac	Aw
指頭形電離箱線量計	0.6	「グアライト」	「アッ」キップ	0.9900	0.9868
	0.6	「グアライト」	「アッ」キップ	0.9904	0.9732
平行平板形電離箱線量計	0.3	ヒト「アッ」キップとして使用した4mm(0.472g/cm ²)の亚克力板と電極のまわりの亚克力樹脂より求めた		0.9940	0.9800
	0.03				
	0.055				

表2

校正深における吸収線量の比較

電離箱線量計	指頭形電離箱線量計	平行平板形電離箱線量計
公称電極間隔	0.6cc	0.6cc
公称電極間隔	0.3cc	0.03cc
公称電極間隔	0.055cc	0.055cc
18MeV	1.0	-0.84
15MeV	1.0	-0.16
12MeV	1.0	+0.16
9MeV	1.0	+0.33
6MeV	1.0	+0.05

表3

(%)

図2