

Tarea
Protección Radiológica. Cálculo de Blindajes

1. Una instalación para radioterapia externa con un acelerador de 6 MV está siendo diseñada para una carga de trabajo que corresponde a 50 pacientes diarios, 2 Gy por paciente y 5 días a la semana, todos a ser tratados mediante radioterapia conformada 3D (convencional). Las zonas adyacentes a las barreras primarias son para público en general y se corresponden con salas de espera y consultorios. La distancia entre el isocentro y la pared interna del bunker sobre la barrera primaria es de 3 m, y la distancia entre isocentro y fuente es 1 m. Estime lo siguiente:

a. Espesor de la barrera primaria en concreto para el punto objetivo a ser estimado.

b. Contribución a la dosis por semana debida a radiación de fuga del cabezal del acelerador en el mismo punto objetivo.

a)

$$B_{pri} = \frac{Pd_{prim}^2}{WUT} \quad (1)$$

Dosis efectiva para público, $P = 1 \text{ mSv/año o } 20 \mu\text{Sv/semana}$

Factor de Ocupación, $T = 1$

Factor de Uso, $U = 1/4$

$$d_{prim}^2 = 16 \text{ m}^2$$

Donde W representa la dosis en el isocentro del equipo a 1 m de la fuente

$$W = n_{pd} D_p n_s \quad (2)$$

donde $n_{pd} = 50 \text{ pacientes}$, $D_p = 2 \text{ Gy/días}$, $n_s = 5 \text{ días/semana}$. Entonces:

$$W = n_{pd} D_p n_s = 50 * 2\text{Gy/días} * 5\text{días/semana} = 500 \text{ Gy/semana} \quad (3)$$

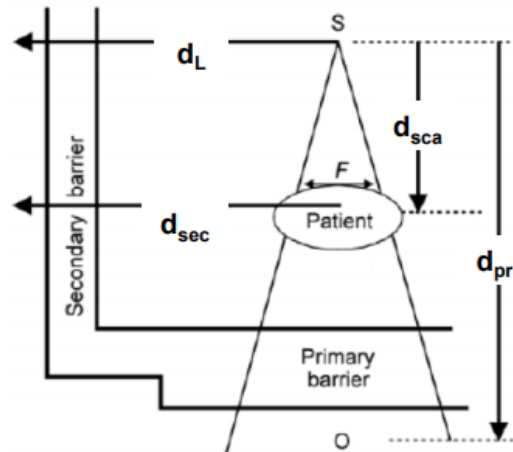
$$B_{pri} = \frac{Pd_{prim}^2}{WUT} = 2.56 \times 10^{-6} \quad (4)$$

El número requerido de TVLs se obtiene mediante,

$$n = -\log(B_{pri}) = 5.59 \quad (5)$$

y el espesor de la barrera viene dado por:

$$t_{barrera} = TVL_1 + (n - 1)TVL_e = 0.37\text{m} + (4.59) * 0.33\text{m} = 1.89\text{m} \quad (6)$$



b)

Se están realizando tratamientos de radioterapia convencional por lo que $f_c = 1$. Por lo tanto se tiene que la carga de trabajo provocada por la radiación de fuga es igual a la carga del trabajo del haz, entonces:

$$W_L = W = 500 \text{Gy/semana}$$

$$T = 1, d_L^2 = 16 \text{m}^2$$

Según la tabla B.7, para el concreto y 6 MV de energía, se tiene que: TVL para radiación de fuga es $TVL_1 = 0.34 \text{m}$ y $TVL_e = 0.29 \text{m}$

$$n_L = \frac{t_{barrera} - TVL_1}{TVL_e} + 1 = 6.33$$

(7)

$$B_L = 10^{-n_L} = 4.67 \times 10^{-7}$$

(8)

$$P = \frac{B_L * 0.001 * W * T}{d_L^2} = 1.459 \times 10^{-8} \text{Gy/semana}$$

(9)

2. En la misma instalación, la barrera secundaria situada en la parte posterior del equipo y paralela al plano del gantry, presenta su cara interna a 2 m del isocentro. La zona adyacente no es pública, estime lo siguiente:

a. Espesor de la barrera secundaria en concreto para radiación dispersa por el paciente.

$$B_{ps} = \frac{P d_{sca}^2 d_{sec}^2}{\alpha W T} \times \frac{400}{F} =$$

$$\text{Donde } d_{sca}^2 = 1 \text{m}^2 \text{ y } d_{sec}^2 = 4 \text{m}^2$$

$$T = 1$$

$$F = 100 \text{cm}^2$$

$$P = 1 \times 10^{-4} \text{Gy/semana}$$

La radiación dispersada por el paciente tiene una dependencia angular. La barrera secundaria se extiende en una región bastante amplia del bunker, tenemos que buscar la situación en el que el espesor de barrera sea el menor posible para la angulación que se está escogiendo. En este caso para esta energía de 6 MV es el de 135° que es $\alpha = 3 \times 10^{-4}$. Entonces,

$$B_{ps} = \frac{Pd_{sca}^2 d_{sec}^2}{\alpha WT} \times \frac{400}{F} = 0.01056 \quad (10)$$

$$n = -\log(B_{ps}) = 1.97633$$

(11)

para la radiación dispersa $TVL_{dis} = TVL_e$. El valor TVL correspondiente al concreto, para una fuente de 6MV y ángulo de dispersión 135°, es de 15cm

$$t_b = nTVL = 29.64cm \quad (12)$$

b. Espesor de la barrera secundaria en concreto para radiación de fuga.

$$B_L = \frac{Pd_L^2}{10^{-3}W_L T} = 0.0008 \quad (13)$$

$$n = -\log(B_L) = 3.09691$$

(14)

$$t_{bL} = TVL_1 + (n - 1)TVL_e = 0.34m + (2.09691) * 0.29m = 0.948103m$$

(15)

$$t_{bL} = 94.81cm$$

(16)

c. Espesor combinando las dos fuentes

Debido a que entre t_{bL} y t_b hay una diferencia mayor a un TVL , nos quedamos con el espesor mayor que es $t_{bL} = 94.81cm$

3. Una vez construida la instalación y en uso, se actualizaron las técnicas de radioterapia externa incluyendo IMRT y VMAT, y se decidió utilizar estas técnicas en un 40% de los casos. Si el incremento debido a IMRT y VMAT es de un factor 3, estime lo siguiente:

a. Determine la nueva carga de trabajo de la instalación

$$W_L = Wf_c + f_{IMRT/VMAT} C_{IMRT/VMAT} W \quad (17)$$

$$f_c + f_{IMRT/VMAT} = 1 \quad (18)$$

$$f_c = 1 - f_{IMRT/VMAT} = 1 - 0.4 = 0.6 \quad (19)$$

El incremento debido a IMRT y VMAT es, $C_{IMRT/VMAT} = 3$

$$W_L = 500Gy/semana * (0.6) + (0.4 * 3 * 500Gy/semana) = 900Gy/semana \quad (20)$$

b. ¿Qué modificación de espesor debe hacerse sobre la barrera primaria ya construida?. Si es necesario determínelo en concreto o acero.

La barrera primaria utiliza el valor W , no W_L . Es por esto que no hay modificación en el espesor.

c. ¿Qué modificación de espesor debe hacerse sobre la barrera secundaria ya construida?. Determínelo en concreto o acero.

Pero la barrera secundaria si sufre modificaciones en su espesor debido a que hay un aumento en la carga de trabajo W_L , esto implica que el espesor de la barrera debe aumentar.

Espesor de la barrera secundaria en concreto para radiación de fuga:

$$B_L = \frac{Pd_L^2}{10^{-3}W_L T} = 0.00044 \quad (21)$$

$$n = -\log(B_L) = 3.3565 \quad (22)$$

$$t_{bL} = TVL_1 + (n - 1)TVL_e = 0.34m + (2.3565) * 0.29m = 1.023385m \quad (23)$$

Nuevamente hay una diferencia mayor a un TVL entre t_b y t_{bL} , nos quedamos con el espesor mayor que es $t_{bL} = 102.3385cm$. Ya que el B_{ps} no depende de W_L sino de W