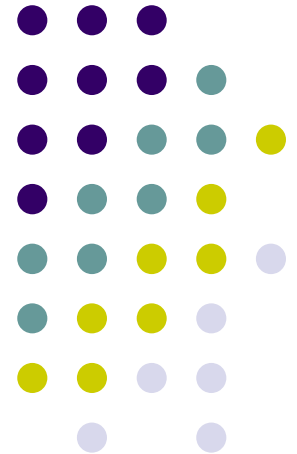


**Curso de Radiobiología
UDELAR
Facultad de Ciencias
Unidad de Física Médica**

Dr. Eduardo Francisco Larrinaga Cortina



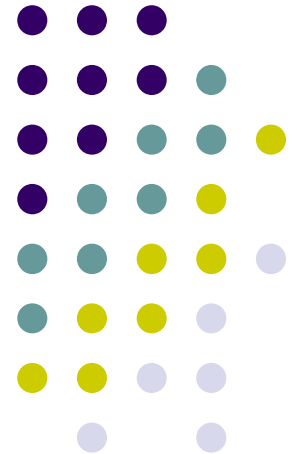
Radiobiología.

Aplicaciones en Radioterapia

Braquiterapia

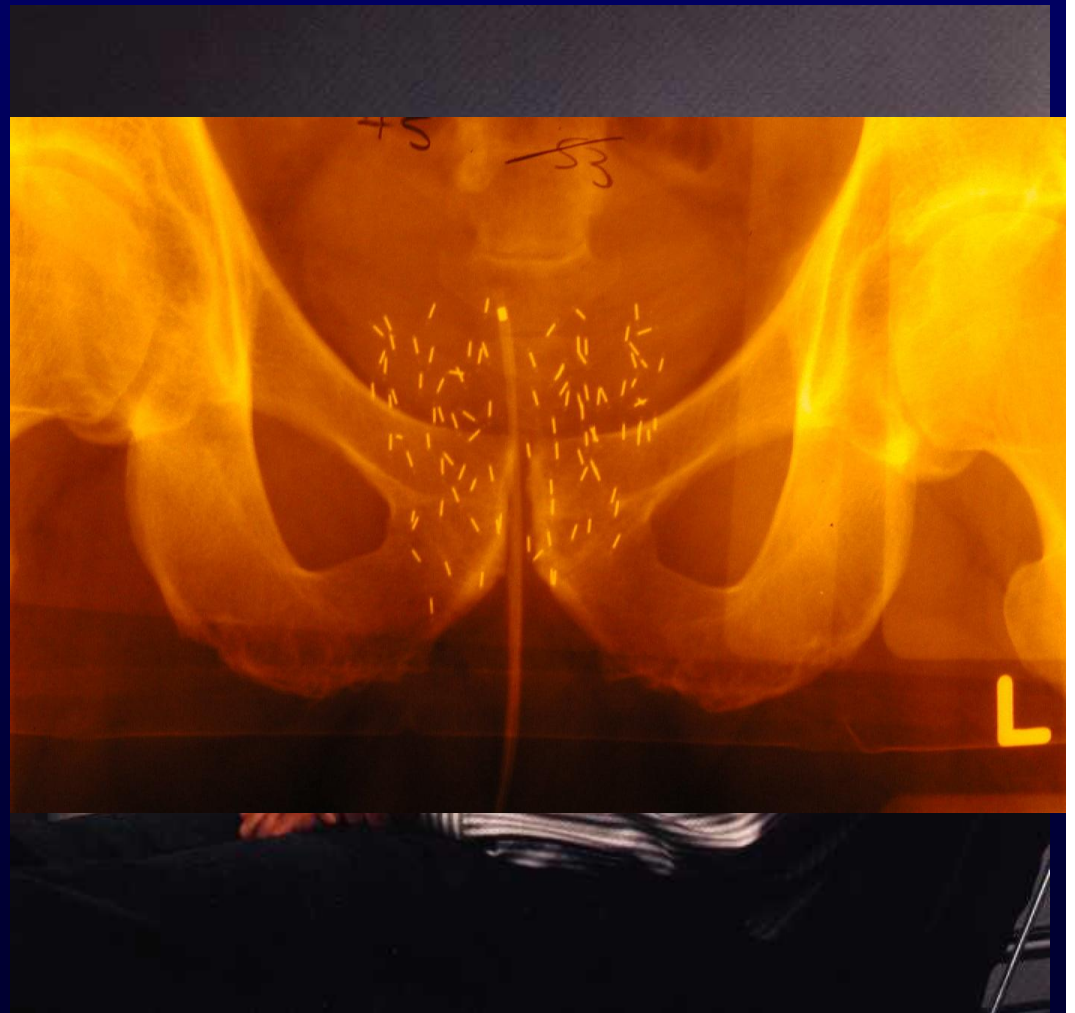
Créditos:

Dr. Hatim Fakir



Brachytherapy – Low Dose Rate effects

- High dose rate (HDR)
 - Iridium-192
- Low dose rate (LDR)
 - Caesium-137
- Interstitial implants
 - Iridium-192 (temp.)
 - I-125, Au-198 (perm.)



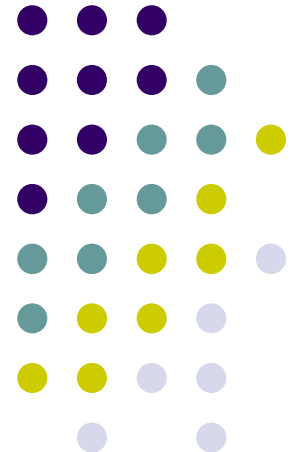
Braquiterapia Alta Tasa de Dosis (HDR)

$$DBE = D \left[1 + \frac{d}{\alpha/\beta} \right] = nRT \left[1 + \frac{RT}{\alpha/\beta} \right]$$

R- Tasa de dosis

T- Tiempo de cada fracción de tratamiento

n- Número de fracciones

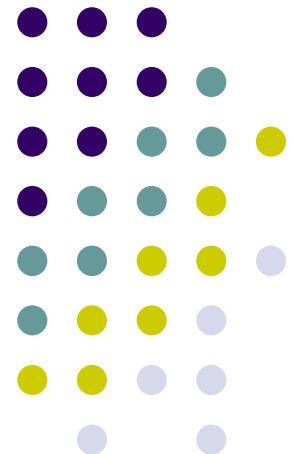


Braquiterapia Baja Tasa de Dosis (LDR)

$$DBE = D \left[1 + \frac{2D}{\mu T(\alpha/\beta)} \left(1 - \frac{(1 - e^{-\mu T})}{\mu T} \right) \right]$$
$$= RT \left[1 + \frac{2R}{\mu(\alpha/\beta)} \left(1 - \frac{(1 - e^{-\mu T})}{\mu T} \right) \right]$$

Para $T > 12$ h

$$DBE = RT \left[1 + \frac{2R}{\mu(\alpha/\beta)} \right]$$



Incomplete Repair Factors - Continuous

Table 10.4 Incomplete repair factors: continuous irradiation (*g* factors)

Repair half-time (h)	Exposure time (h)						Exposure time (days)						
	1	2	3	4	8	12	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
0.5	0.6622	0.4774	0.3671	0.2959	0.1641	0.1130	0.0583	0.0393	0.0296	0.0238	0.0198	0.0170	0.0149
0.75	0.7517	0.5888	0.4774	0.3983	0.2339	0.1641	0.0861	0.0583	0.0441	0.0354	0.0296	0.0254	0.0223
1	0.8040	0.6622	0.5571	0.4774	0.2959	0.2115	0.1130	0.0769	0.0583	0.0469	0.0393	0.0338	0.0296
1.25	0.8382	0.7137	0.6165	0.5394	0.3504	0.2555	0.1390	0.0952	0.0723	0.0583	0.0488	0.0420	0.0369
1.5	0.8622	0.7517	0.6622	0.5888	0.3983	0.2959	0.1641	0.1130	0.0861	0.0695	0.0583	0.0502	0.0441
2	0.8938	0.8040	0.7276	0.6622	0.4774	0.3671	0.2115	0.1475	0.1130	0.0916	0.0769	0.0663	0.0583
2.5	0.9136	0.8382	0.7720	0.7137	0.5394	0.4269	0.2555	0.1803	0.1390	0.1130	0.0952	0.0822	0.0723
3	0.9272	0.8622	0.8040	0.7517	0.5888	0.4774	0.2959	0.2115	0.1641	0.1339	0.1130	0.0977	0.0861
4	0.9447	0.8938	0.8471	0.8040	0.6622	0.5571	0.3671	0.2693	0.2115	0.1739	0.1475	0.1280	0.1130

From Thames and Hendry (1987), with permission.

Note: Correction for Repopulation has not been applied.

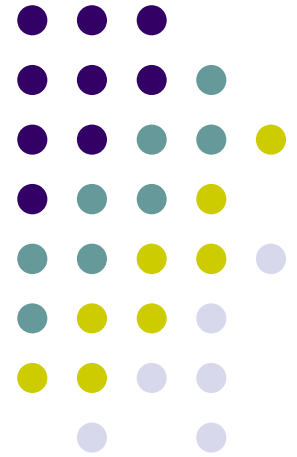
Braquiterapia Implantes permanentes

$$DBE = D \left[1 + \frac{R_0}{(\mu + \lambda)(\alpha/\beta)} \right]$$

R_0 – Tasa de dosis inicial

λ – Constante de desintegración del radionúcleido

$$DBE = \frac{R_0}{\lambda} \left[1 + \frac{R_0}{(\mu + \lambda)(\alpha/\beta)} \right]$$



Dose Rate Effect

- **Dose Rate Effect**
 - Decrease in dose rate (1 Gy/min to 0.3 Gy/hr)
 - Lose Dose Rate (LDR)
 - Reduction in cell killing
 - Sublethal damage repair
- **Brachytherapy**
 - "Short" distance treatments

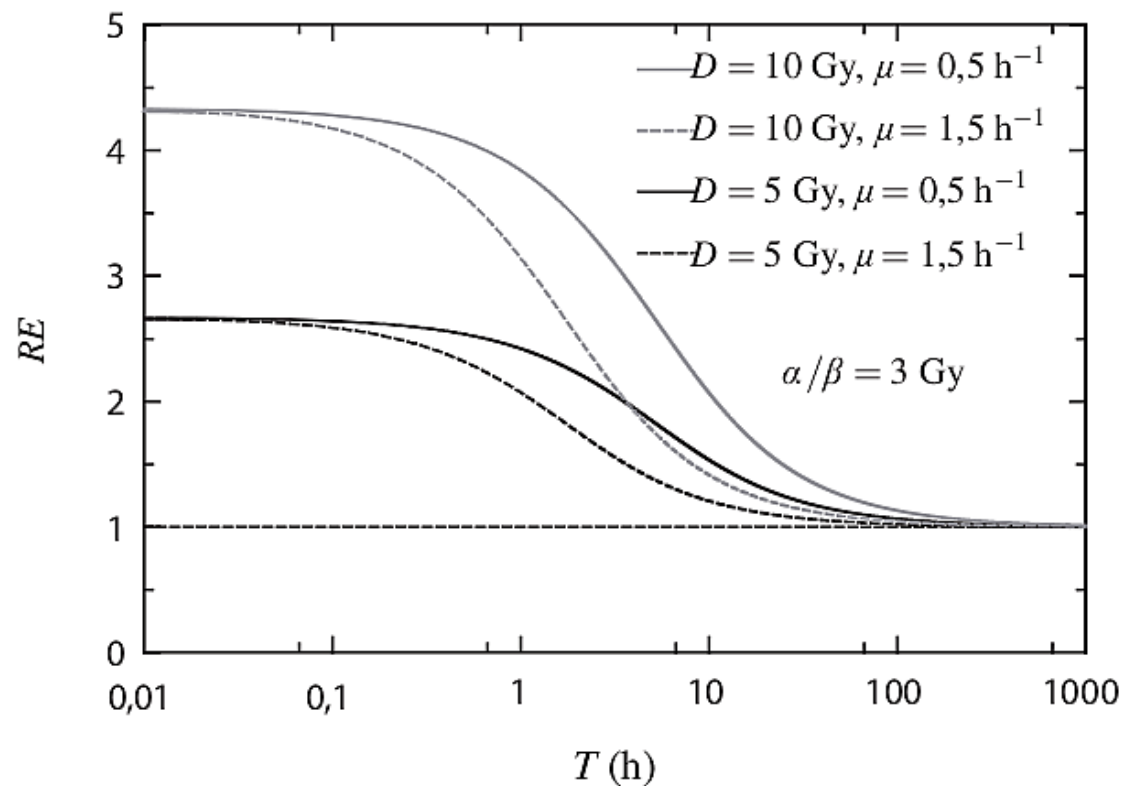
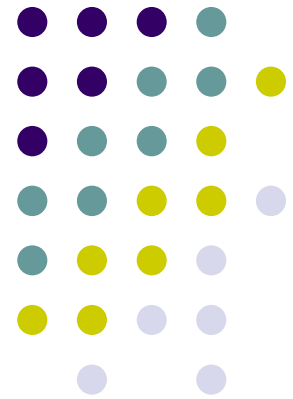


Figura 13. Variación de la eficacia relativa (RE) con respecto al tiempo de duración del tratamiento cuando se administran 10 o 5 Gy, y para dos valores distintos de la constante de tasa de reparación en cada caso. En todos los supuestos se ha considerado un valor de $\alpha/\beta = 3 \text{ Gy}$. Una vez fijada la dosis absorbida, un aumento del tiempo que dura el tratamiento, T , es equivalente a una disminución de la tasa de dosis absorbida.



Ejemplo 6

Un tratamiento de cáncer de cérvix consiste en impartir 40 Gy en 48 h mediante un implante de Braquiterapia de baja tasa de dosis (*LDR*). Se quiere sustituir este tratamiento por uno que imparta la misma *DBE* sobre el tumor mediante la aplicación de cuatro fracciones de Braquiterapia de alta tasa de dosis (*HDR*). ¿Cuál es la dosis absorbida que hay que administrar en cada fracción? Supondremos un valor de $\alpha/\beta = 10$ Gy y $\mu = 0,5$ h⁻¹ para el tumor – y que ambos esquemas de tratamiento se impartan en un periodo suficientemente corto como para despreciar el efecto de la repoblación del tumor.



Ejemplo 7

Un tratamiento de Braquiterapia de baja tasa de dosis consiste en la administración de 40 Gy en 4 días. Se quiere diseñar un tratamiento equivalente mediante un implante permanente con semillas de ^{125}I . ¿Qué dosis absorbida habrá que prescribir en el implante de semillas para mantener el mismo nivel de efectos tardíos sobre el tejido sano?

$$\alpha/\beta = 3 \text{ Gy}, \mu = 0,5 \text{ h}^{-1}, T^{1/2} = 59,4 \text{ días}$$

