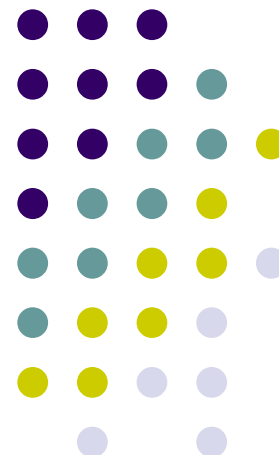


Curso de Radiobiología
UDELAR
Facultad de Ciencias
Unidad de Física Médica

Dr. Eduardo Francisco Larrinaga Cortina



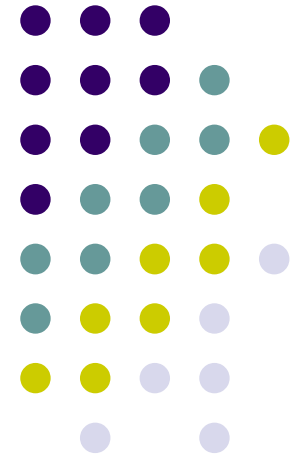
Radiobiología.

Aplicaciones en Radioterapia

Reparación incompleta

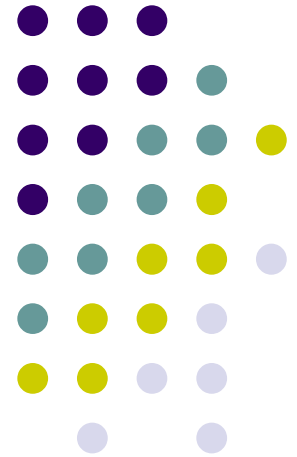
Créditos:

Dr. Hatim Fakir



Ejemplo 2

En un tratamiento se administran 54 Gy en 16 fracciones, 1 fracción al día, 5 días a la semana. ¿Cuál será la dosis equivalente administrada en 2 Gy por fracción, 1 fracción al día, 5 días a la semana con respecto a los efectos tardíos de los tejidos sanos?



Ejemplo 3

Sobre un tumor de cabeza y cuello se planifica un tratamiento de 60 Gy en 30 fracciones a 2 Gy por fracción, una fracción al día, 5 días a la semana. En este tratamiento original la médula recibe 48 Gy y la piel 60 Gy durante el tratamiento. Por un error dosimétrico, durante las 10 primeras fracciones del tratamiento tanto el tumor, como la médula y la piel reciben 2,5 Gy por fracción. Una vez detectado el error se decide continuar el tratamiento conforme a la planificación inicial. ¿Cuántas fracciones de 2 Gy según la planificación original habrá que administrar para conseguir un tratamiento equivalente al previsto? Consideraremos la fibrosis subcutánea como efecto tardío en la piel ($\alpha/\beta = 2$ Gy), la mielopatía de la médula espinal ($\alpha/\beta = 3$ Gy) y un valor de $\alpha/\beta = 10$ Gy para el tumor. No se tendrá en cuenta el efecto de la proliferación.



2011

Radiation Therapy Applications

Medical Biophysics 4467/9567B

Hatim Fakir, Ph.D

London Regional Cancer Program
University of Western Ontario

Slides courtesy of Jake Van Dyk, J. Battista and S. Karnas

Dose Fractionation – “Choppy” Survival Curves

Curvature due to BETA effect.

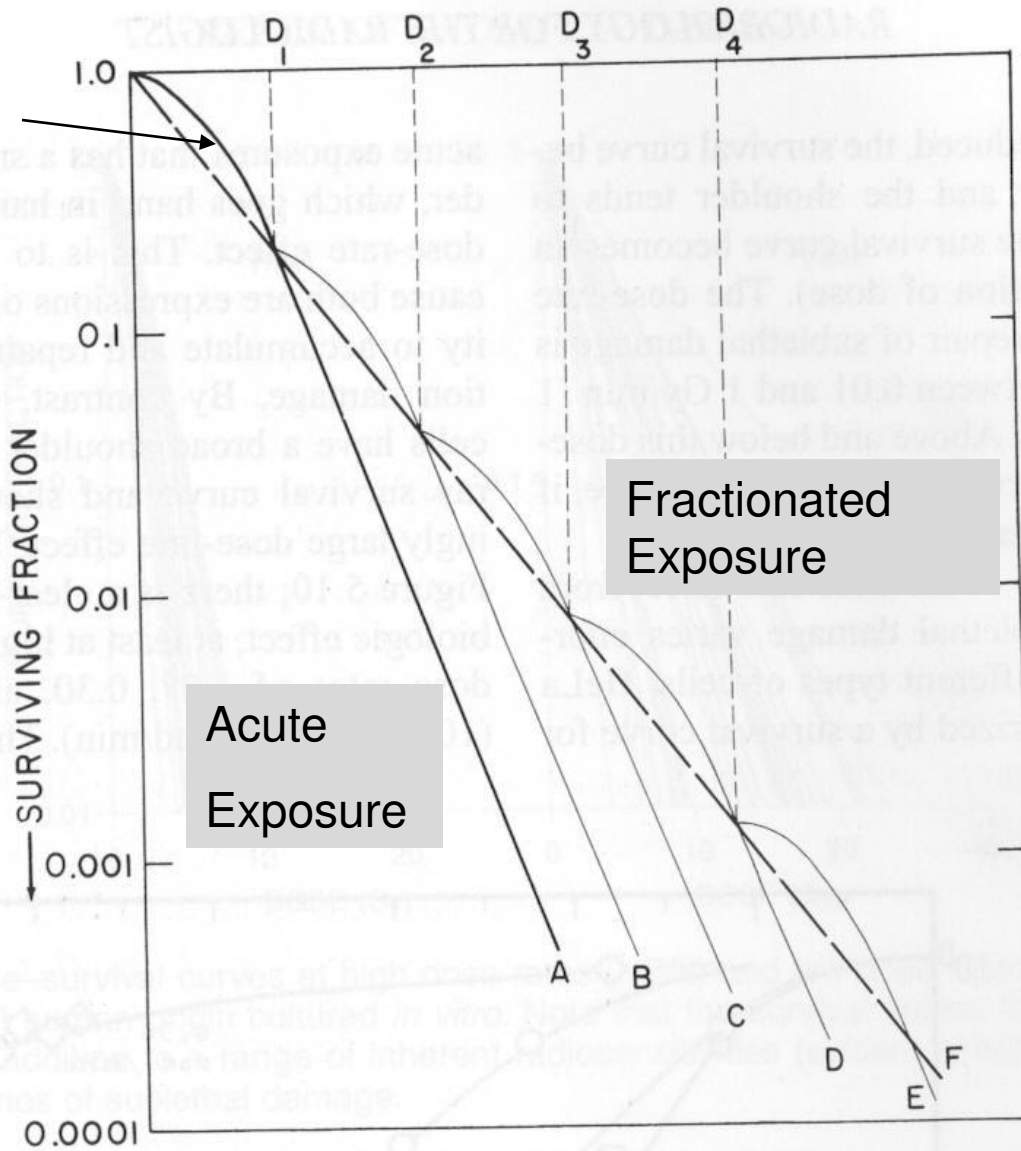
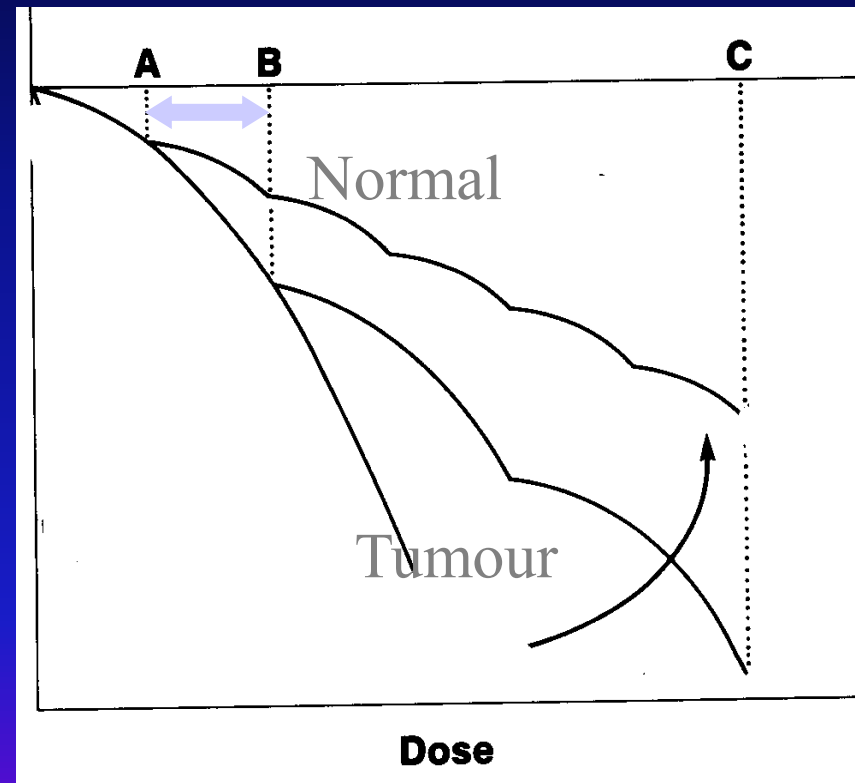


Figure 5.11

Time: Dose Fractionation

- Radiation does not “recognize” tumour cells *versus* normal cells
- BUT... but cells express radiation damage differently **over time**
- PLUS... a lower dose (A) can be delivered to the normal cells *versus* tumour cells (B)

Cell Survival Curves



Incomplete Repair

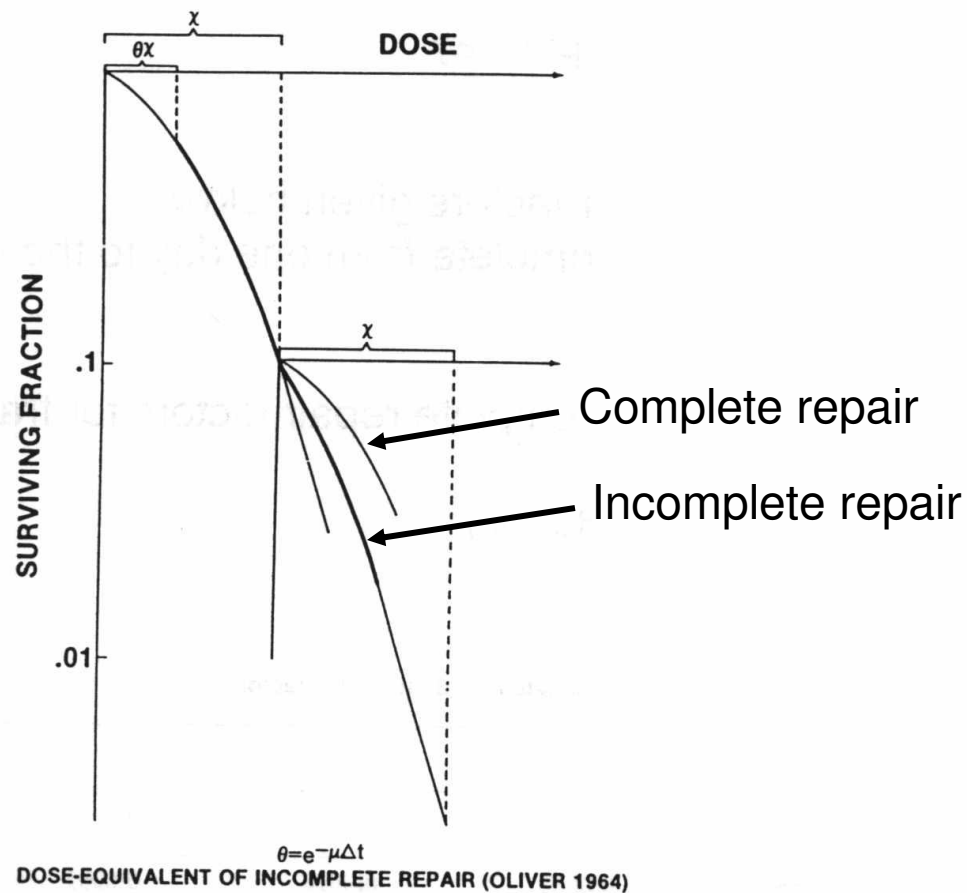


Figure 3.15. Dose-equivalent of incomplete repair (from Thames *et al.* 1984). The heavy portion of the dose-survival curve is repeated after a second dose of size x ; the initial segment $\theta x = x \exp(-\mu \Delta t)$ is not repeated. As Δt increases, an increasingly larger part of the initial segment is repeated, until for large Δt the entire segment is recovered. (Reproduced with permission of Macmillan Press Ltd.)

Incomplete Repair

- Multiple fractions per day
- Repair (recovery) between fractions is incomplete
- If half time of repair ($T_{1/2}$) is long compared to fraction spacing
- Reduces isoeffective dose and increases BED

$$BED = D \left[1 + \frac{d(1 + H_m)}{\alpha / \beta} \right]$$

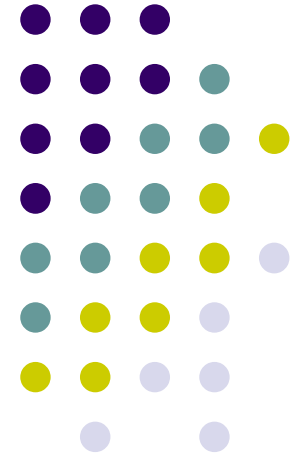
- m = number of fractions per day
- D = total dose
- H_m : incomplete repair factor (given in table 10.3 in handout)
- Repair is assumed to be complete from one day to the next

DBE incluyendo la reparación incompleta

$$DBE = nd \left[1 + \frac{d(1+h_m)}{\alpha/\beta} \right] \text{ con } h_m = \left(\frac{2}{m} \right) \cdot \frac{\theta}{(1-\theta)} \cdot \left[m - \frac{(1-\theta^m)}{(1-\theta)} \right]$$

$$h_2 = \theta = e^{-\mu\Delta t}$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu}$$



Incomplete Repair Factors, H_m

Table 10.3 Incomplete repair factors: fractionated irradiation (H_m factors)

Repair half-time (h)	Interval (h)				
	3	4	5	6	8
0.5	0.0156	0.0039	0.0010	0.0002	–
	0.0210	0.0052	0.0013	0.0003	–
0.75	0.0625	0.0248	0.0098	0.0039	0.0006
	0.0859	0.0335	0.0132	0.0052	0.0008
1.0	0.1250	0.0625	0.0312	0.0156	0.0039
	0.1771	0.0859	0.0423	0.0210	0.0052
1.25	0.1895	0.1088	0.0625	0.0359	0.0118
	0.2766	0.1530	0.0859	0.0487	0.0159
1.5	0.2500	0.1575	0.0992	0.0625	0.0248
	0.3750	0.2265	0.1388	0.0859	0.0335
2.0	0.3536	0.2500	0.1768	0.1250	0.0625
	0.5547	0.3750	0.2565	0.1771	0.0859
2.5	0.4353	0.3299	0.2500	0.1895	0.1088
	0.7067	0.5124	0.3750	0.2766	0.1530
3.0	0.5000	0.3969	0.3150	0.2500	0.1575
	0.8333	0.6341	0.4861	0.3750	0.2265
4.0	0.5946	0.5000	0.4204	0.3536	0.2500
	1.0285	0.8333	0.6784	0.5547	0.3750

m = number of treatments per day; the table applies for m values of 2 or 3.
From Thames and Hendry (1987), with permission.

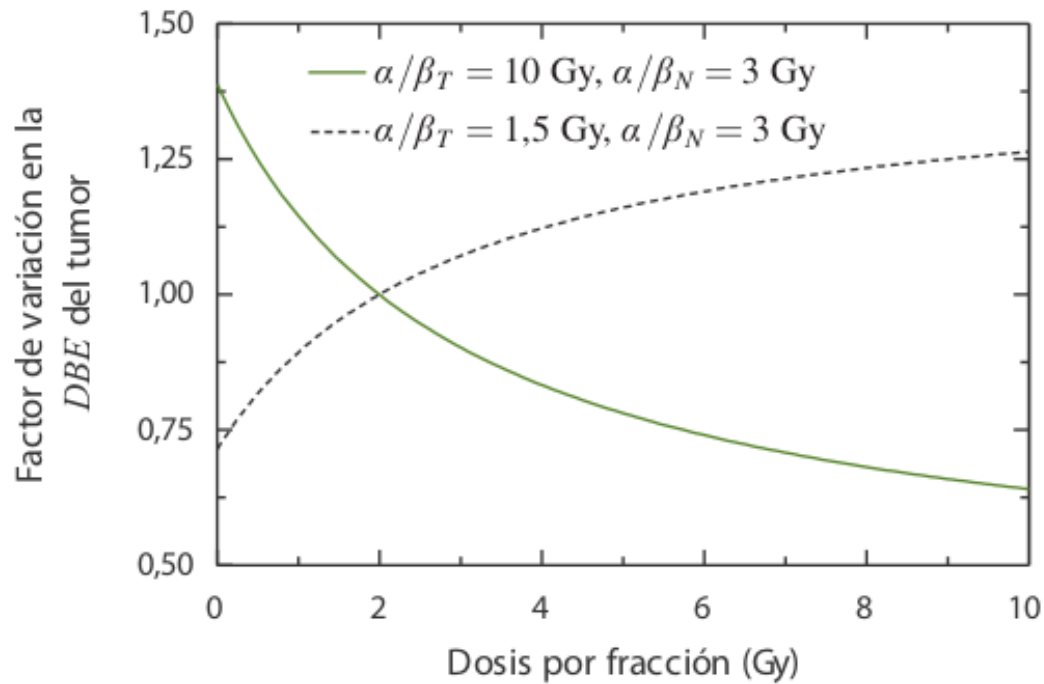
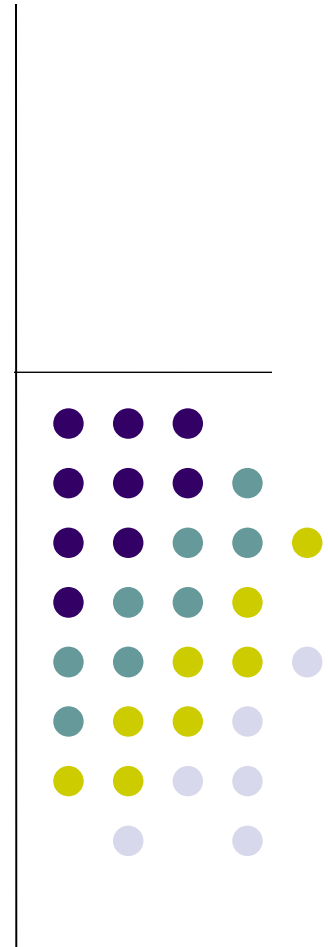


Figura 12. Factor de variación de la *DBE* del tumor en función de la dosis por fracción cuando se mantiene fija la *DBE* de los efectos tardíos de los tejidos sanos (caracterizados por un valor de $\alpha/\beta_N = 3$ Gy) en dos situaciones diferentes: una, en el caso de tumores caracterizados por un valor de α/β alto ($\alpha/\beta_T = 10$ Gy) y la otra, para tumores con un valor de α/β bajo ($\alpha/\beta_T = 1,5$ Gy).



Hiperfraccionamiento

Tema 6. Ejemplo 5

Ensayo EORTC-22791 Cabeza y cuello

Esquema convencional

— 35 fx @ 2 Gy , 7 semanas

Esquema hiperfraccionado

70 fx @ 2,3 Gy, 7 semanas (2fx/día @ 1,15Gy)

α/β tumor =10 Gy

α/β tejido sano =3 Gy

$T^{1/2} = 2$ h

$\Delta t = 4,5$ h : $\Delta t > 8$ h reparación completa

