



Curso

Economía de la salud y farmacoeconomía

Modelos de Markov
para la evaluación
económica en salud

De: Esperanza Peña Torres

Presentada por: Viviana A. Rodríguez Romero





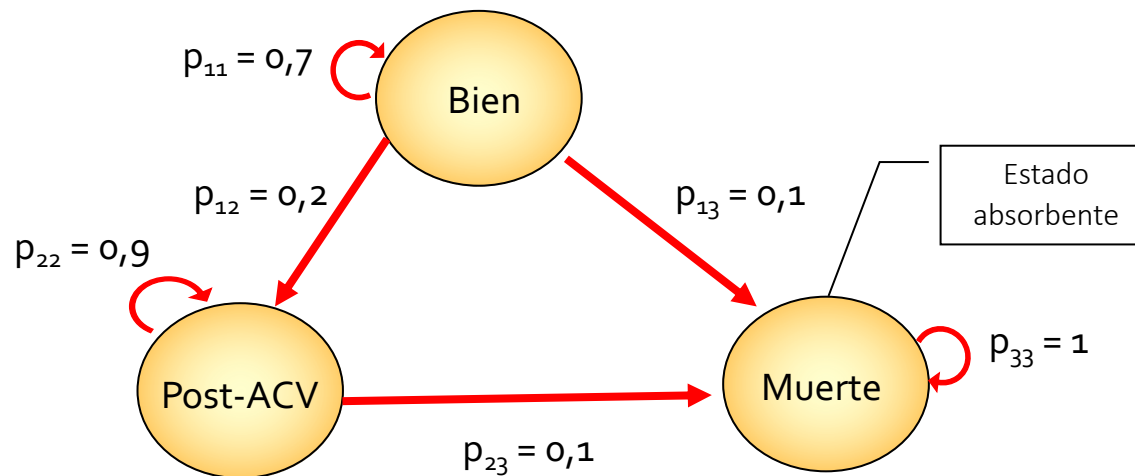
Modelos de Markov

Son útiles cuando la decisión tiene que ver con progreso a lo largo del tiempo y los eventos son recurrentes.

Tienen tres elementos clave:

1. Estados: mutuamente excluyentes, colectivamente exhaustivos y “amnésicos”.
2. Horizonte temporal: el análisis se circunscribe en un horizonte temporal de “largo plazo” dividido en ciclos de igual duración (Ciclos de Markov).
3. Probabilidades de transición entre estados.

Modelos de Markov (2)



Número de Estados de Markov: 3.

Duración de cada ciclo: 1 año.

p_{ij} = probabilidad de transición del estado i al j .



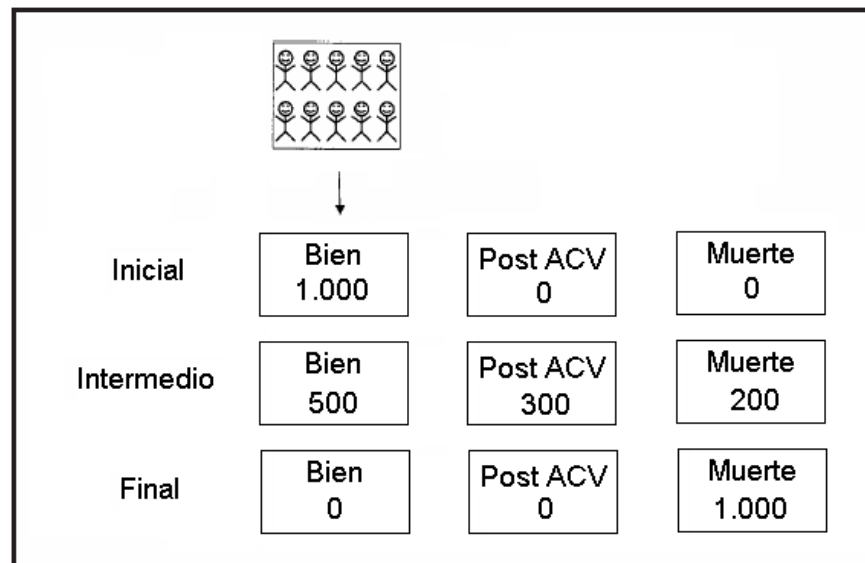
Simulación de cohorte vs. micro-simulación

1. Modelos de Markov de cohorte:

- Se estiman los resultados y los costos de una cohorte hipotética a lo largo de todos los ciclos.
- Todos los individuos son iguales y transitan de manera simultánea.
- Se estiman los costos y beneficios en salud esperados por paciente, a partir de los costos y beneficios en salud totales, dividido por el número de individuos que componen la cohorte.

Simulación de cohorte vs. micro-simulación (2)

1. Modelos de Markov de cohorte:





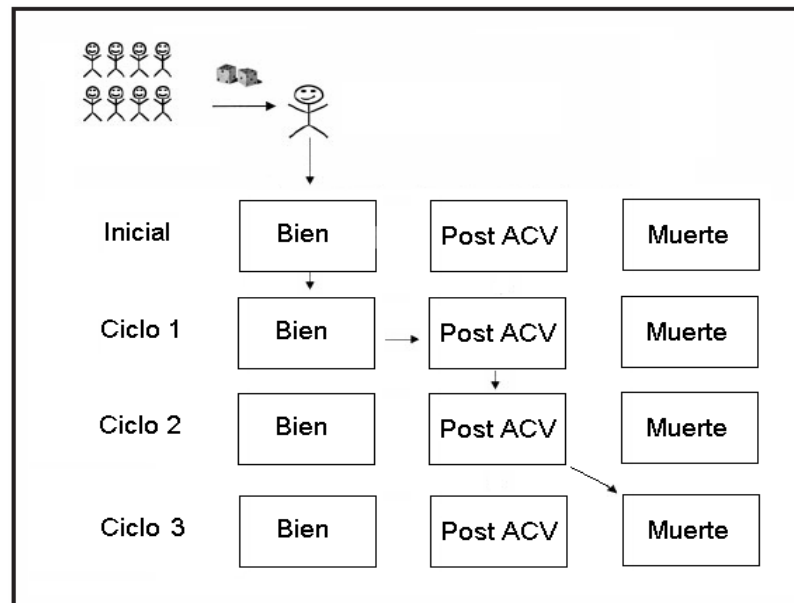
Simulación de cohorte vs. micro-simulación (3)

2. Modelos de Markov de micro-simulación:

- Selecciona aleatoriamente un individuo de una cohorte y cada paciente se mueve a través del modelo de forma independiente.
- Los individuos de la cohorte pueden ser diferentes (según características establecidas *a priori*).
- Se estiman los costos y beneficios en salud esperados por paciente y se extraen estadísticas descriptivas para el cálculo final.

Simulación de cohorte vs. micro-simulación (4)

2. Modelos de Markov de micro-simulación:

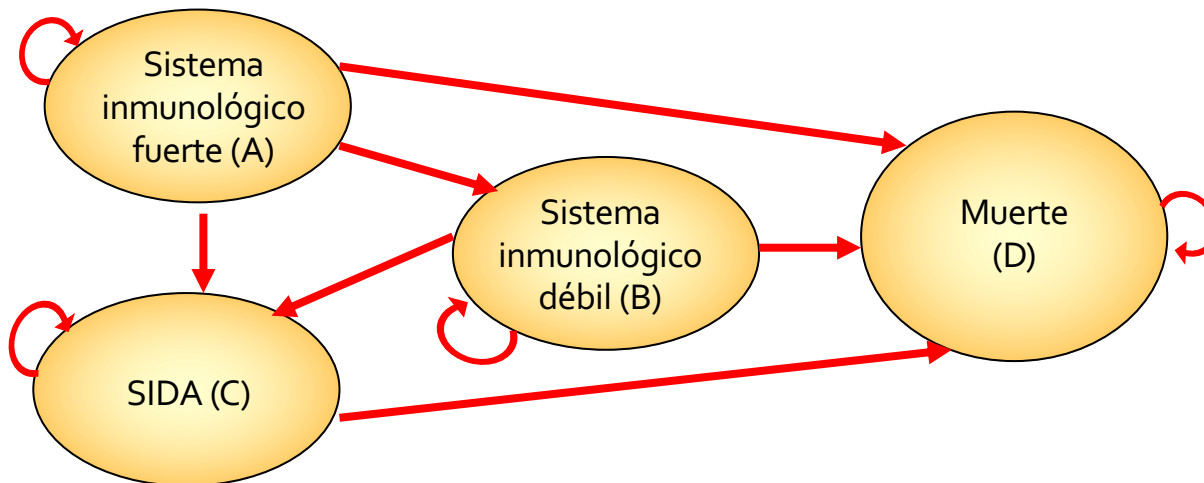




Construcción de un modelo de Markov (1)

1. Definir todos los estados del proceso y las probabilidades de transición.
2. Definir la duración de los ciclos.
3. Asignar el desenlace en salud (por ejemplo AVAC) y los costos asociados a cada estado.
4. Definir el horizonte temporal.
5. Analizar la utilidad y los costos totales.

Construcción de un modelo de Markov (2)



Fuente: Ejemplo tomado de Drummond *et al* (2015) y de Briggs *et al* (2006), a partir de Chancellor *et al* (1997).



Definición del problema de decisión

Se asumieron los siguientes parámetros:

- Horizonte temporal de 20 años.
- Ciclos de Markov: 1 año.
- Tasa de descuento: 6 % sólo para costos.
- Perspectiva: sistema de salud del Reino Unido.

Matrices de Markov

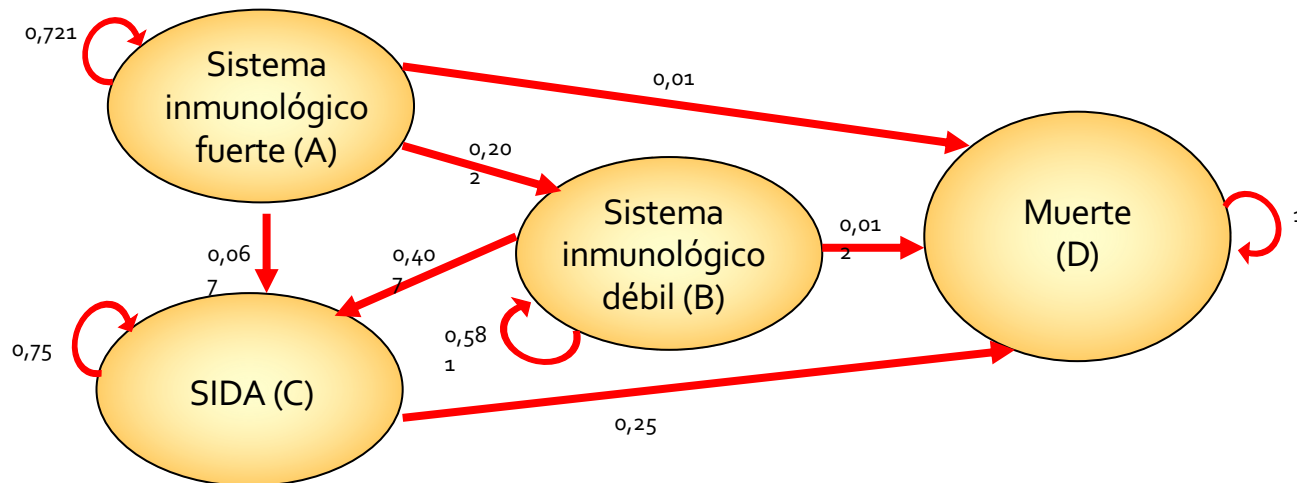
Las probabilidades de transición son las siguientes para la terapia usual:

	Transición hacia			
Transición desde	Estado A	Estado B	Estado C	Estado D
Estado A	0,721	0,202	0,067	0,01
Estado B	0	0,581	0,407	0,012
Estado C	0	0	0,75	0,25
Estado D	0	0	0	1

Las probabilidades de transición son las siguientes para la terapia combinada:

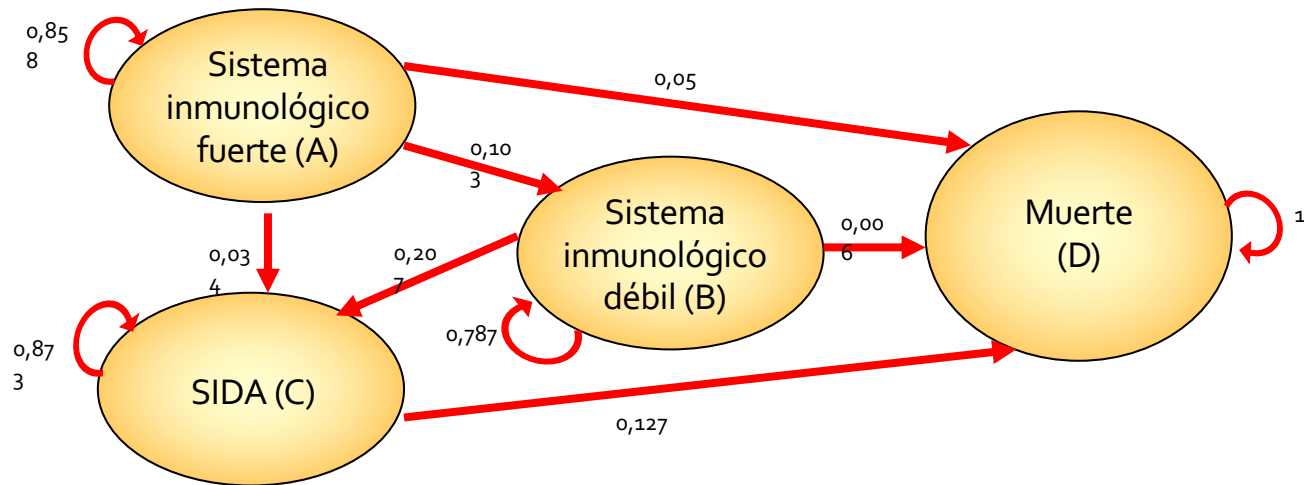
	Transición hacia			
Transición desde	Estado A	Estado B	Estado C	Estado D
Estado A	0,858	0,103	0,034	0,05
Estado B	0	0,787	0,207	0,006
Estado C	0	0	0,873	0,127
Estado D	0	0	0	1

Modelo de Markov para la terapia usual



Fuente: Ejemplo tomado de Drummond *et al* (2015) y de Briggs *et al* (2006), a partir de Chancellor *et al* (1997).

Modelo de Markov para la terapia combinada



Fuente: Ejemplo tomado de Drummond *et al* (2015) y de Briggs *et al* (2006), a partir de Chancellor *et al* (1997).



Transiciones de Markov (1)

Si se asume que 1000 pacientes inician tratamiento en terapia usual, entonces en el periodo 1 habrá:

- $1000 * 0.721 = 721$ pacientes en el estado A.
- $1000 * 0.202 = 202$ pacientes en el estado B.
- $1000 * 0.067 = 67$ pacientes en el estado C.
- $1000 * 0.01 = 10$ pacientes en el estado D.

Transiciones de Markov (2)

20 ciclos de Markov con la terapia usual

Ciclo	Estado A	Estado B	Estado C	Estado D
0	1000	0	0	0
1	721	202	67	10
2	520	263	181	36
3	375	258	277	90
4	270	226	338	166
5	195	186	363	256
6	140	147	361	351
7	101	114	340	445
8	73	87	308	532
9	53	65	271	611
10	38	48	234	680
11	27	36	197	739
12	20	26	164	789
13	14	19	135	831
14	10	14	110	865
15	7	10	89	893
16	5	7	72	916
17	4	5	57	934
18	3	4	45	948
19	2	3	36	959
20	1	2	28	968

20 ciclos de Markov con la terapia combinada

Ciclo	Estado A	Estado B	Estado C	Estado D
0	1000	0	0	0
1	858	103	34	5
2	736	169	80	14
3	632	209	130	29
4	542	230	178	50
5	465	237	222	77
6	399	234	258	109
7	342	225	288	145
8	294	213	309	184
9	252	198	324	226
10	216	181	332	270
11	186	165	335	314
12	159	149	333	359
13	137	134	327	403
14	117	119	318	446
15	101	106	306	488
16	86	94	292	528
17	74	83	278	566
18	63	73	262	602
19	54	64	246	636
20	47	56	230	668



Características de un modelo de Markov de cohorte

La construcción anterior implica:

- Las probabilidades de transición son iguales independientemente del periodo en el que se analicen (probabilidad de mantenerse en el estado A es igual en el ciclo 1 que en el 10). Cuando esto sucede las probabilidades suelen llamarse *Cadenas de Markov*.



Limitaciones

- Las probabilidades de transición solo dependen del estado de salud actual y no de los anteriores.

En la vida real, cada ciclo suele depender de los anteriores.

- Durante un ciclo, ocurre solo una transformación.

En la vida real, en cada período (ciclo) pueden darse dos o más eventos sucesivos.

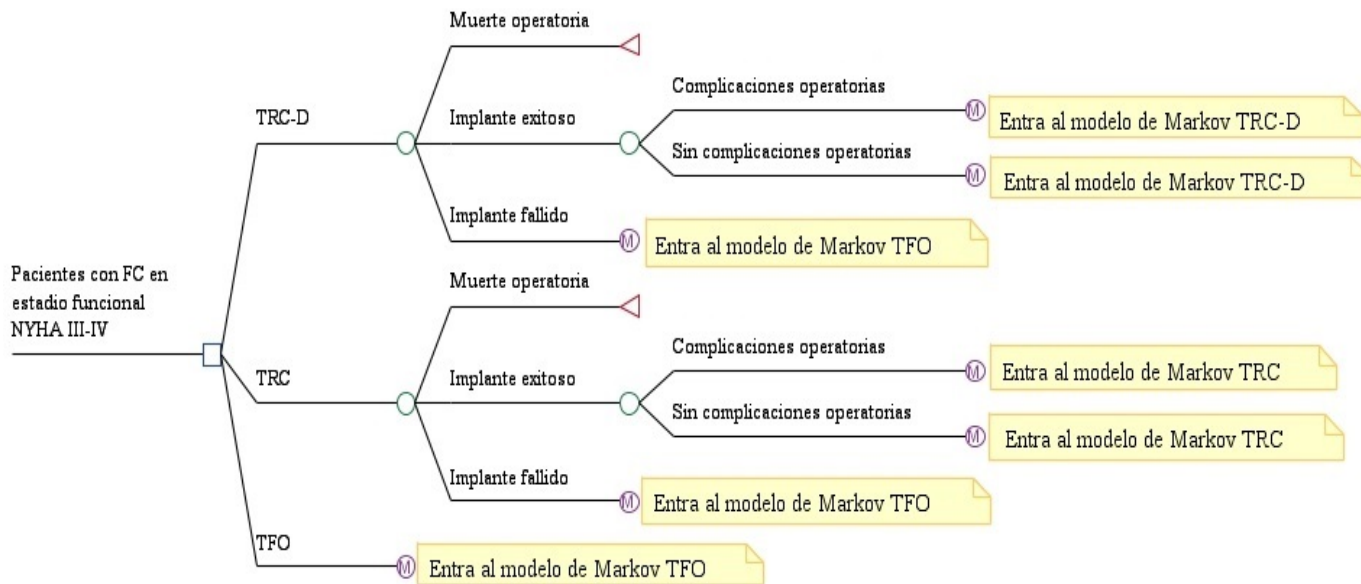


Árboles de decisiones combinados con Modelos de Markov (1)

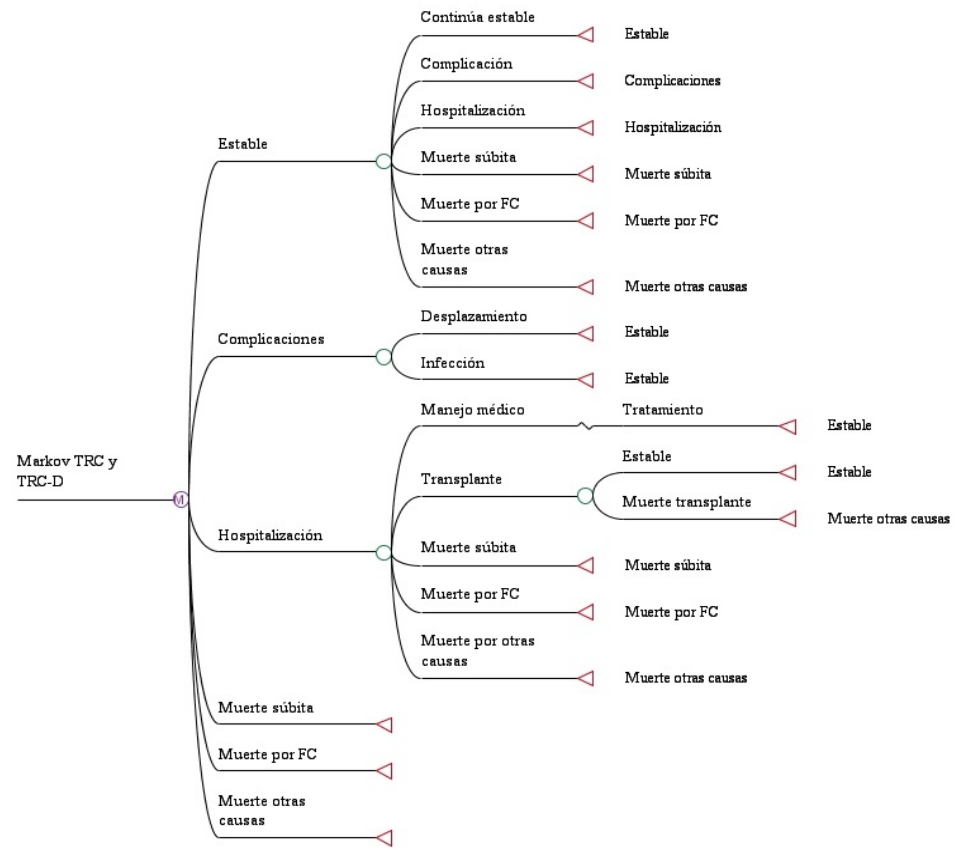
Es muy común combinar estos dos tipos de modelos de decisión.

- Árboles de decisión para reflejar eventos inmediatos o de corto plazo.
- Modelos de Markov para reflejar condiciones cíclicas de largo plazo.

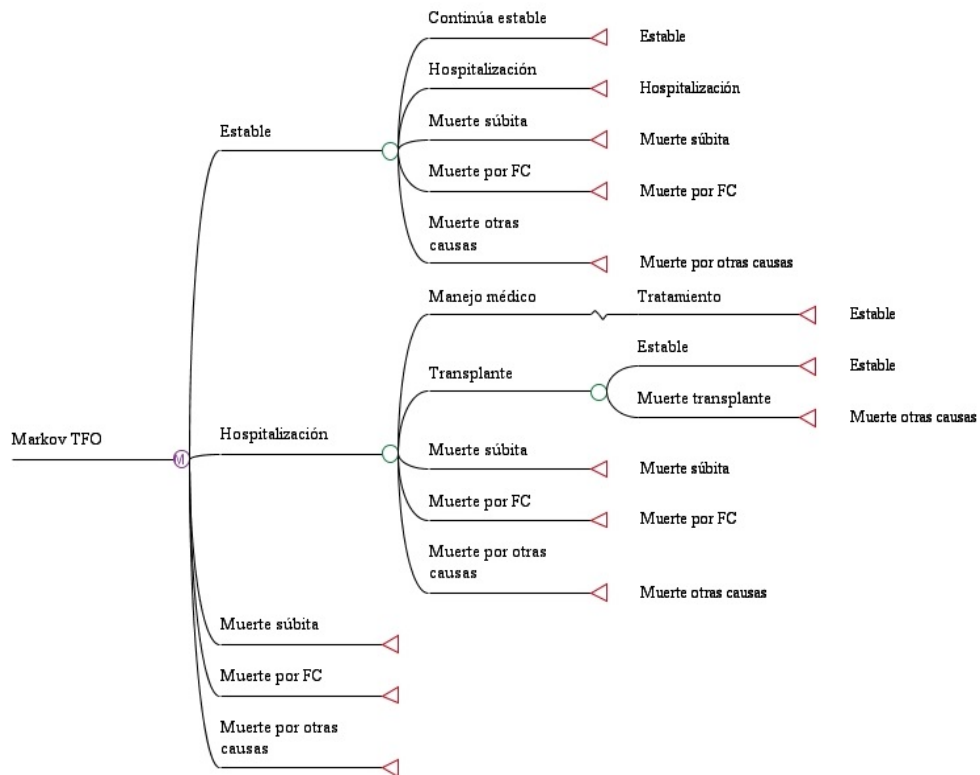
Árboles de decisiones combinados con Modelos de Markov (2)



Fuente: GPC falla cardíaca (2014).



Fuente: GPC falla cardíaca (2014).



Fuente: GPC falla cardíaca (2014).