La Salud como Capital Humano
Parte 1

Capital Humano: Teoría y
Evidencia Empírica

MAE - UCEMA

Prof. Julio Elías

Basado en el trabajo: Becker, Gary S. 2007. “Health as human capital: synthesis and extensions,” Oxford Economic Papers, vol. 59(3), págs. 379-410.

Introducción

- El campo de estudio de la salud como capital humano se concentra en tres temas principalmente:
  - El análisis de la inversión óptima en salud de las personas, de las compañías farmacéuticas y del gobierno.
  - El valor estadístico de la vida.
  - La importancia de las complementariedades:
    - Entre salud y educación.
    - Entre distintas enfermedades.
    - Entre edades.
    - Entre salud y la tasa de descuento.

Expectativa de Vida Promedio en Países de la OECD

	Expectativa de Vida Promedio - OECD
Principios del Siglo XIX	38.8
Mediados del Siglo XIX	41
Finales del Siglo XIX	45.1
1900	48.5
1910	52.9
1920	53.7
1930	60.2
1940	60.8
1950	66.9
1960	70.8
1970	71.9
1980	74
1990	75.8
2000	78.2

Fuente: Human Mortality Database

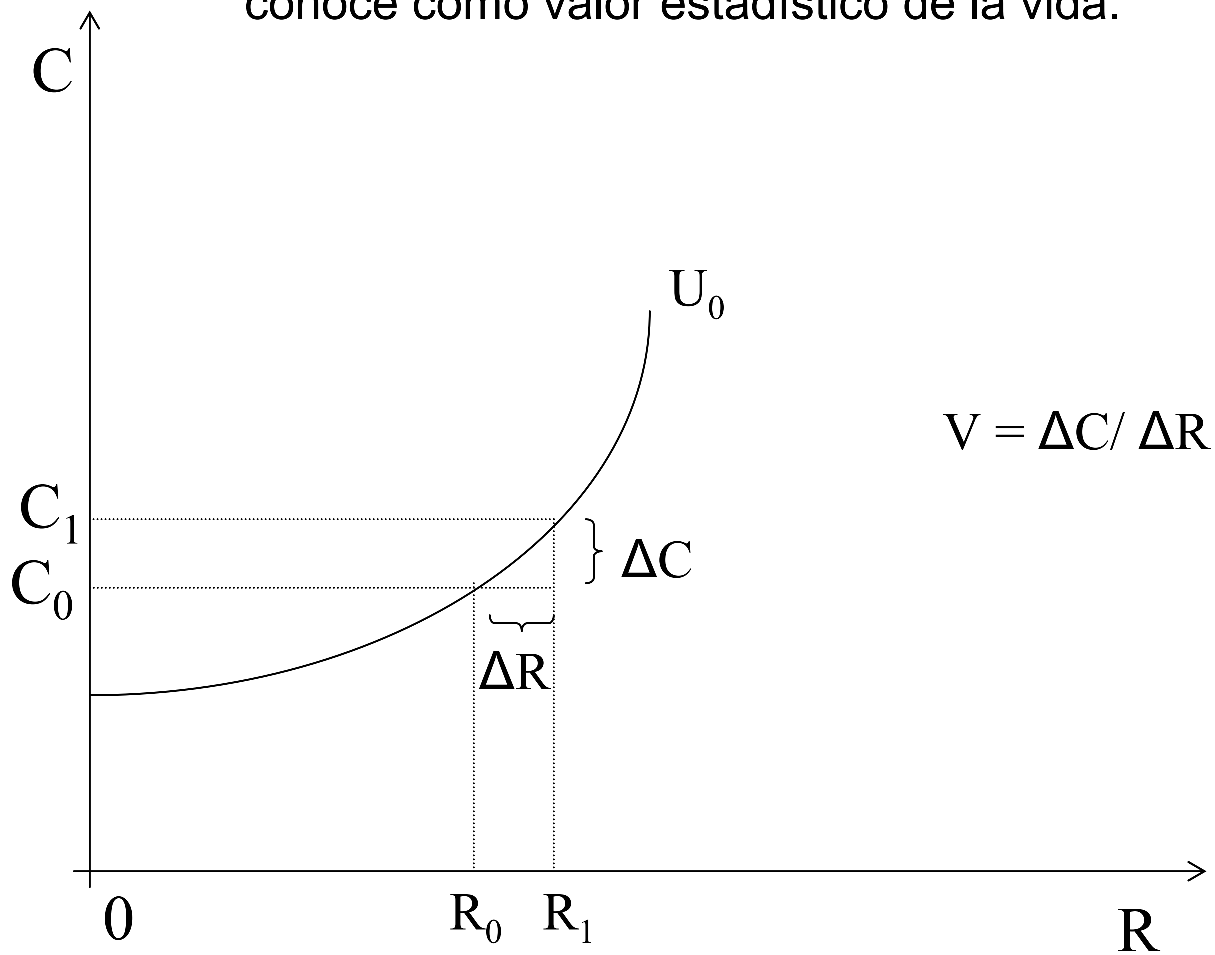
El valor de la seguridad

- La valuación apropiada del riesgo está dada por la predisposición a pagar para reducirlo por parte de los trabajadores.
- ¿Cuánto está dispuesto a pagar una persona para reducir el riesgo de fatalidad o para estar un poco más segura?

  El valor V que mide esto está dado por la tasa marginal de sustitución entre consumo y el riesgo de fatalidad de la persona y es lo que se conoce como valor estadístico de la vida.

La curva de oferta de trabajos riesgosos

- El valor V que mide esto está dado por la tasa marginal de sustitución entre consumo y el riesgo de fatalidad de la persona y es lo que se conoce como valor estadístico de la vida.



$$V = \Delta C / \Delta R$$

Valor Estadístico de la Vida

- Supongamos que un grupo de N personas está considerando un proyecto que reducirá el riesgo de fatalidad para el grupo en 1/N.
- Esto implica que cada persona está dispuesta a pagar por el proyecto un suma de V/N.
- El grupo estará dispuesto a pagar V y en promedio el proyecto salvará una vida.
- Es decir que el grupo está dispuesto a pagar V para salvar un vida en promedio. Es por esto que al valor V se lo conoce como Valor Estadístico de la Vida.

Valor Estadístico de la Vida

- Consideremos un caso simple. Suponga que las preferencias de las personas están dadas por:

  $$U(c,R) = (1-R)\ u(c)$$

  Es decir que la tasa marginal de sustitución entre R y C está dada por

  $$dc/dR = U(c) / [U'(C)\ (1-R)] = V$$

- El problema de la persona es el siguiente

  Maximizar U eligiendo R sujeto a C = w(R)

  La elección óptima de la persona estará caracterizada por la siguiente condición

  $$w'(R^*) = V$$

Valor Estadístico de la Vida

- Es decir que a partir de datos de salarios en distintas ocupaciones con distintos niveles de riesgo de fatalidad se puede llegar a estimar el valor estadístico de la vida, V.
- V nos dará, por lo menos, una estimación del límite inferior del valor promedio del valor estadístico de la vida en la población.
- Puede obtenerse estimaciones de w(R) mediante análisis de regresión.
- Para el análisis se requieren datos de salarios, exposición al riesgo de los trabajadores (normalmente riesgo por industria o por ocupación) y características de los trabajadores, como ser experiencia, educación y otros determinantes de los salarios.

Valor Estadístico de la Vida

- Por ejemplo, consideremos dos tipos de trabajos, A y B, uno con un riesgo de fatalidad de un 1% mayor que el otro (i.e. R_B-R_A= 0.01) y que en el empleo de tipo B el salario es de U$S6.600 más (i.e. w_B - w_A= U$S6.600).
- En este caso, el valor de la vida será de U$S6.600.000 (= U$S6.600 /0.01).

Valor Estadístico de la Vida
Utilizando Regulaciones sobre Límites de Velocidad para estimar el valor de la vida

- Ashenfelter y Greenstone (2004) utilizan el cambio en regulaciones sobre límites de velocidad para estimar el valor de la vida.
- De acuerdo a los datos, aquellos estados en los que se aumentó el límite de velocidad sufrieron un aumento significativo en la tasa de fatalidad en las autopistas.
- El aumento en los límites de velocidad produjo un aumento en la tasa de fatalidad de un 35%, mientras que se redujo en un 4% el tiempo promedio en recorrer una milla en auto.

Valor Estadístico de la Vida
Utilizando Regulaciones sobre Límites de Velocidad para estimar el valor de la vida

- Utilizando el valor del tiempo y el ahorro de tiempo debido al aumento en el límite de velocidad, Ashenfelter y Greenstone obtienen un valor de la vida de $1.5 millones en dólares de 1997 (2.01 millones en dólares corrientes).
- La idea es que en este caso el valor de la vida puede estimarse de la siguiente manera

  Valor de la vida = ("ahorro" en las horas de viaje a cambio de la pérdida de una vida en promedio) * valor del tiempo.

Valor Estadístico de la Vida

- Existe una gran cantidad de estudios que evaluaron el trade-off entre dinero y riesgo de fatalidad.
- Estos valores sirven como estimaciones del valor estadístico de la vida.
- Para Estados Unidos el valor de la vida es de 5 millones de dólares aproximadamente. Sin embargo, existe una gran variabilidad entre los distintos estudios.
- La elasticidad ingreso del valor estadístico de la vida es cercana a 1.
- Por lo que el Valor Estadístico de la Vida en la Argentina estaría en el orden de los $1.4 millones de dólares.

Valor Estadístico de la Vida

- La Agencia de Protección al Medio Ambiente de USA (EPA) utiliza una estimación del Valor Estadístico de la Vida de $6.9 millones.
- Este valor se utiliza para evaluar los beneficios de regulaciones y políticas que apuntan a salvar vidas.
- Notar que cuanto menor sea el valor, las políticas relacionadas con el medio ambiente tenderán a ser menos estrictas (i.e. los beneficios son menores).
  - Larry Summers: exportar polución desde los países más ricos hacia los más pobres.

Teoría
El Valor Estadístico de la Vida

- La ecuación fundamental que determina el "valor estadístico de la vida" para un individuo es la siguiente:

$$V(W_0 + \Delta W, S_0, r, A,...) = V(W_0, S_0 + \Delta S, r, A,...)$$

- El lado derecho nos da la utilidad de una persona de edad A que posee una riqueza W_0, enfrenta una tasa de interés r y un vector de probabilidades de sobrevivir a diferentes edades S_0, más una mejora de ΔS.
- El lado izquierdo nos da la "variación compensada" en riqueza; es decir el aumento en la riqueza que hace que esta persona este con el mismo bienestar que tendría con una riqueza W_0 y la mejora en su supervivencia.

Teoría

El Valor Estadístico de la Vida

- Como V aumenta con W y con S, $v = \Delta W/\Delta S$ es positivo, y mide el "valor estadístico de la vida" para una persona que posee una riqueza de W_0, que enfrenta una mejora de ΔS en su supervivencia desde un nivel inicial de S_0, tiene A años, y enfrenta una tasa de interés r.
- Dada las propiedades usuales de las funciones de utilidad se sigue que:
  - v es creciente la riqueza inicial W_0
  - v es decreciente en la tasa de interés r
  - Y generalmente cae con la edad

Teoría

El Valor Estadístico de la Vida

- Es crucial reconocer que el valor de la vida considerado por los economistas no es una constante ni aun para la misma persona, sino que varía con su riqueza, edad, nivel de supervivencia, la magnitud del cambio en la supervivencia, y quizás con otras variables.

Teoría

Utilidad Esperada

- El enfoque común es el de considerar un formulación más explicita que la anterior, especificando la función de utilidad como un valor descontado de utilidades esperadas a diferentes edades, es decir

$$U = \sum B^i S_i u_i(x_i, l_i)$$

- En donde u_i es la utilidad a la edad i que depende de los bienes, x, y del ocio, l, a esa edad, B es la tasa de descuento, y S_i es la probabilidad de sobrevivir desde la edad inicial a la edad i. La única fuente de incertidumbre en esta formulación es la incertidumbre acerca del largo de vida.

Teoría

Utilidad Esperada

- La probabilidad no condicional de sobrevivir hasta la edad i es el producto de las probabilidades condicionales de sobrevivir a varias edades:

$$S_i = s_0\ s_1\ ...s_{i-1}$$

- En donde s_j es la probabilidad de sobrevivir hasta la edad j, dado que se sobrevivió hasta la edad j-1.

Teoría
Utilidad Esperada

- Si todas las probabilidades no condicionales son iguales a s, entonces $S_i = s^i$, y la ecuación queda

$$U = \sum B^i s^i u_i(x_i, l_i) = \sum (Bs)^i u_i(x_i, l_i)$$

- La utilidad en cada período ahora es multiplicada por el producto del factor de descuento y la probabilidad condicional de sobrevivir a cada edad.
- Para el análisis que sigue consideraremos una formulación de dos períodos, en donde $S_0 = 1$ y $S_1(h)$, y h es la "cantidad de salud" comprada para aumentar la probabilidad de sobrevivir el segundo período:

$$U = u_0(x_0,l_0) + B\, S_1(h)\, u_1(x_1,l_1), \text{ en donde } S_1'(h)>0$$

Teoría
Utilidad Esperada

- Bajo este enfoque estamos normalizando a cero la utilidad de estar muerto. Sin embargo, esta formulación no contempla el miedo a la muerte, que puede depender de la edad, de la probabilidad de morir y de otras variables.
- La restricción presupuestaria está dada por

$$x_0 + S_1\, x_1/(1+r) + g(h) = w_0\,(1-l_0) + S_1\, w_1\,(1-l_1) \,/\, (1+r) = W$$

- En donde asumimos la existencia de un mercado completo y “justo” de anualidades en vida y un mercado de capitales perfecto.

El enfoque económico: Principales Elementos del Análisis Económico

- Las personas están maximizando
  - Tres elementos:
    - Preferencias
    - Posibilidades (Escasez)
    - Maximización
- El Análisis se realiza en “equilibrio”
  - El rol de los precios
    - Cómo el mercado reconcilia el comportamiento y la interacción de miles de individuos envueltos en situaciones diferentes.
- Las preferencias son estables

Teoría

Utilidad Esperada

- El problema de la persona es

Maximizar U

Eligiendo x_0, x_1, h, l_0, l_1

Sujeto a

$$x_0 + S_1\, x_1/(1+r) + g(h) = w_0\,(1-l_0) + S_1 w_1 (1-l_1)/(1+r)$$

Condiciones de optimalidad

$U_{0x} = B(1+r)u_{1x}$

$u_{0l}/u_{0x} = w_0$

$u_{1l}/u_{1x} = w_1$

Teoría

Utilidad Esperada

- La condición de optimalidad para h es más novedosa y está dada por

$$(d\ln S_1/dh)\ B\ S_1\ u_1 = u_{0x}\{g´(h) + (1/1+r)\ dS_1/dh\ (x_1 - w_1(1-l_1))\}$$

El lado izquierdo de la ecuación nos da el beneficio marginal de aumentos en gastos de salud.

El beneficio depende de los efectos de los gastos de salud sobre la supervivencia, la tasa de descuento (ya que los gastos en salud presentes afectan la supervivencia en el futuro), el nivel de supervivencia en el futuro, y el nivel de utilidad en ese entonces.

El costo marginal de los gastos en salud dependen de g´y u_{0x}, en donde este último mide el costo de oportunidad de los gastos en salud.

Teoría

Utilidad Esperada

- Reemplazando la condición para x, la condición para h puede reescribirse como

$$(1/1+r)\ (dlnS_1/dh)\ S_1\ u_1/u_{1x} = g´(h) + (1/1+r)\ dS_1/dh\ (x_1 - w_1(1-l_1))$$

De acuerdo a esta condición, existen dos razones por las cuales las personas gastan recursos para aumentar la probabilidad de sobrevivir. Una es la ganancia de “autoprotección” cuando existe un seguro “justo”. Esto es, un aumento en el gasto aumenta , hasta algún punto, el valor esperado de la riqueza neta de gastos en salud g´, ya que una vida más larga agrega a la dotación de tiempo.

El otra motivación es la que surge debido a diferencias entre la utilidad promedio y la utilidad marginal ya que u es cóncava. La intuición es que gastar más en un año dado sólo agrega utilidad marginal, mientras que los años adicionales de vida agregan utilidad promedio.

Teoría
Utilidad Esperada

- Ahora asuma que la función de utilidad es homogénea de grado γ en x y l (e.g. $u(x,l) = x^{\gamma}+l^{\gamma}$). Entonces u_1 puede escribirse como

$$u_1= 1/\gamma\ (u_{1x}x_1 + u_{1l}l_1),$$

$$\text{y } u_1/u_{1x} = 1/\gamma\ (x_1+u_{1l}/u_{1x}l_1) = 1/\gamma\ (x_1+w_1l_1),$$

en donde el último término en esta ecuación utiliza las condiciones de óptimo entre x_1 y l_1.

Teoría
Utilidad Esperada

- Sustituyendo en la ecuación de la condición para h y combinando términos se obtiene

$$(1/1+r)\ (dS_1/dh)\ (1/\ \gamma - 1)\ (x_1 + w_1\ l_1) = g'(h) - (1/1+r)\ (dS_1/dh)\ w_1$$

Si el ingreso "pleno" $w_0 + (1/1+r)\ S_1\ w_1 - g(h)$ es maximizado eligiendo h únicamente, la condición de óptimo es

$$(1/1+r)\ (dS_1/dh)\ w_1 - g'(h) = 0$$

Teoría

Utilidad Esperada

En el caso de $\gamma = 1$ estas dos ecuaciones son iguales. Como la utilidad marginal es igual a la utilidad promedio, la única ganancia de los gastos destinados a aumentar la expectativa de vida es la ganancia de aumentar la dotación de tiempo.

Por otro lado si $\gamma < 1$, de manera que la utilidad es cóncava, existe una ganancia adicional derivada del aumento en la expectativa de vida porque la utilidad promedio excede a la utilidad marginal.

Es decir que el gasto en salud óptimo excederá a aquel que maximiza la riqueza "plena".

Esta diferencia dependerá del grado de concavidad de la función de utilidad, la tasa de interés, el grado de convexidad de la función de gasto en salud, y de otras variables.

Teoría
El valor estadístico de la vida

- Muchos estudios han estimado cuánta compensación requieren las personas para tomar riesgos adicionales sobre sus vidas, como ser trabajos riesgosos de la construcción, enrolamiento en el servicio militar durante períodos de guerra, manejar más rápido, y otros riesgos.

  Si los individuos requieren U$S500 (WTP) para aceptar un incremento en la probabilidad de morir igual a 1/10.000 (dS = -1/10.000), el valor estadístico de la vida está dado por v = WTP/dS = U$S 500/1/10.000 = U$S 5.000.000

Teoría
El valor estadístico de la vida

- La ecuación de la condición de optimalidad para h contiene dS y WTP, en donde el WTP marginal está dado por el lado derecho de la ecuación, y dS está en forma explicita en el lado derecho. Entonces $v = (1/1+r)\ u_1/u_{1x}$. Si consideramos el caso de u homogénea de grado γ, entonces

$$v = (1/1+r)\ C_1/\ \gamma$$

en donde C_1 es el consumo "pleno" en el período 1.

Teoría

El valor estadístico de la vida

- Para los Estados Unidos las estimaciones del valor de la vida se encuentran en el rango de \$2 a \$9 millones, con una tendencia central de \$3 a \$5 millones.
- Asuma un ingreso promedio de \$40.000 por año de 1900 horas trabajadas.
- Por cada hora trabajada, cerca de 1.8 horas se dedican a actividades afuera del mercado, en donde no se incluyen 68 horas por semana dedicadas a dormir y a actividades de mantenimiento.
- El ingreso "pleno" es entonces \$110.000.
- Asumiendo un γ de 1/2 , el ingreso "pleno" ajustado es entonces \$220.000 por año.
- Si lo descontamos al 5% y utilizamos la ecuación x para calcular v, nos da un valor de la vida de \$4.4 millones.

Teoría

El valor estadístico de la vida

- La elasticidad ingreso del valor estadístico de la vida es cercana a 1.
- Por lo que el Valor Estadístico de la Vida en la Argentina estaría en el orden de los $1.4 millones de dólares.
- Asuma para la Argentina un ingreso promedio de $7.000 por año de 1900 horas trabajadas.
- Por cada hora trabajada, cerca de 1.8 horas se dedican a actividades afuera del mercado, en donde no se incluyen 68 horas por semana dedicadas a dormir y a actividades de mantenimiento.
- El ingreso "pleno" es entonces $20.000.
- Asumiendo un γ de 1/2 , el ingreso "pleno" ajustado es entonces $40.000 por año.
- Si lo descontamos al 5% y utilizamos la ecuación x para calcular v, nos da un valor de la vida de $800 mil.

Teoría
El valor estadístico de la vida

- El primer libro sobre el costo económico de una muerte temprana, The Money Value of Man (1930) de Dublin y Lotka, estima el costo de la pérdida de ingresos futuros debido a la muerte temprana.
- Pero la cantidad que una persona está dispuesta a pagar para reducir las chances de morir considera no sólo ingresos, pero la pérdida de utilidad que también incluye el valor del ocio, y la diferencia entre utilidad marginal y utilidad promedio.
- Asumiendo un ingreso anual de $7.000, el valor presente de los ingresos perdidos son de $140.000, menos de un quinto de nuestra estimación el valor de la vida.

Aplicación

Mercado de órganos para trasplantes

- La falta de órganos para trasplantes representa un problema serio en la mayoría de los países que poseen programas desarrollados de trasplante de órganos.
- En los Estados Unidos, 79,562 pacientes se encuentran en la lista de espera renal con un tiempo de espera promedio cercano a los 5 años.
- En Becker y Elías (2006) utilizamos herramientas económicas empíricas para analizar el problema del faltante de órganos y evaluar el mercado de manera cuantitativa.
- En nuestro país, 5606 pacientes esperan un órgano para recibirlo en trasplante. 4749 de estos pacientes están en la lista de espera renal y el tiempo de espera promedio para acceder a un trasplante es cercano a 5 años.
- Si bien esto representa una situación grave, el estado actual del sistema es considerablemente mejor que hace diez años y todavía existe lugar para mejoras significativas dentro del sistema de procuración de órganos.

Table 1

Kidney Transplants in 2005: Total Number of Transplants, Living Transplants, and Number of Persons on the Waiting List

(*per million of population*)

	Total number of transplants	*Living transplants*	*Number of persons on the waiting list*
Germany	30.5	6.3	104.5
Spain	50.3	1.9	96.4
United Kingdom	29.1	9.1	94.9
United States	46.2	18.4	217.4

Source: Own calculations using data from Eurotransplant; Organizacion Nacional de Transplantes; UK Transplant; United Network for Organ Sharing; and the Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat.

Components of the Price of an Organ

Value of Life + Quality of Life + Forgone Earnings

Value of Life	Quality of Life	Forgone Earnings
Monetary Compensation for the Risk of Death	Monetary Compensation for the Risk of Reducing Quality of Life	Monetary Compensation for Time Lost during Recovery
Risk of Death * Value of Life	Risk of Reducing QL * Value of the Reduction in QL	Time to Recover * Value of Time

Value of Life Component of the Price

	Risk of Death	Value of Life	Total
Kidney	1/1000	$3,000,000	**$3,000**
Liver	1/300	$3,000,000	**$10,000**

Price of Kidneys and Livers

	Value of Life	Quality of Life	Forgone Earnings	Total
Kidney	$3,000	$8,800		
Liver	$10,000	$15,000		

Forgone Earnings Component of the Price

	Weeks for Recovery	Value of Time	Total
Kidney	4 weeks	$800 per week	**$3,200**
Liver	8 – 9 weeks	$800 per week	**$7,000**

Price of Kidneys and Livers

	Value of Life	Quality of Life	Forgone Earnings	Total
Kidney	$3,000	$8,800	$3,200	$15,000
Liver	$10,000	$15,000	$7,000	$32,000

Price of Kidney in United States using International Evidence

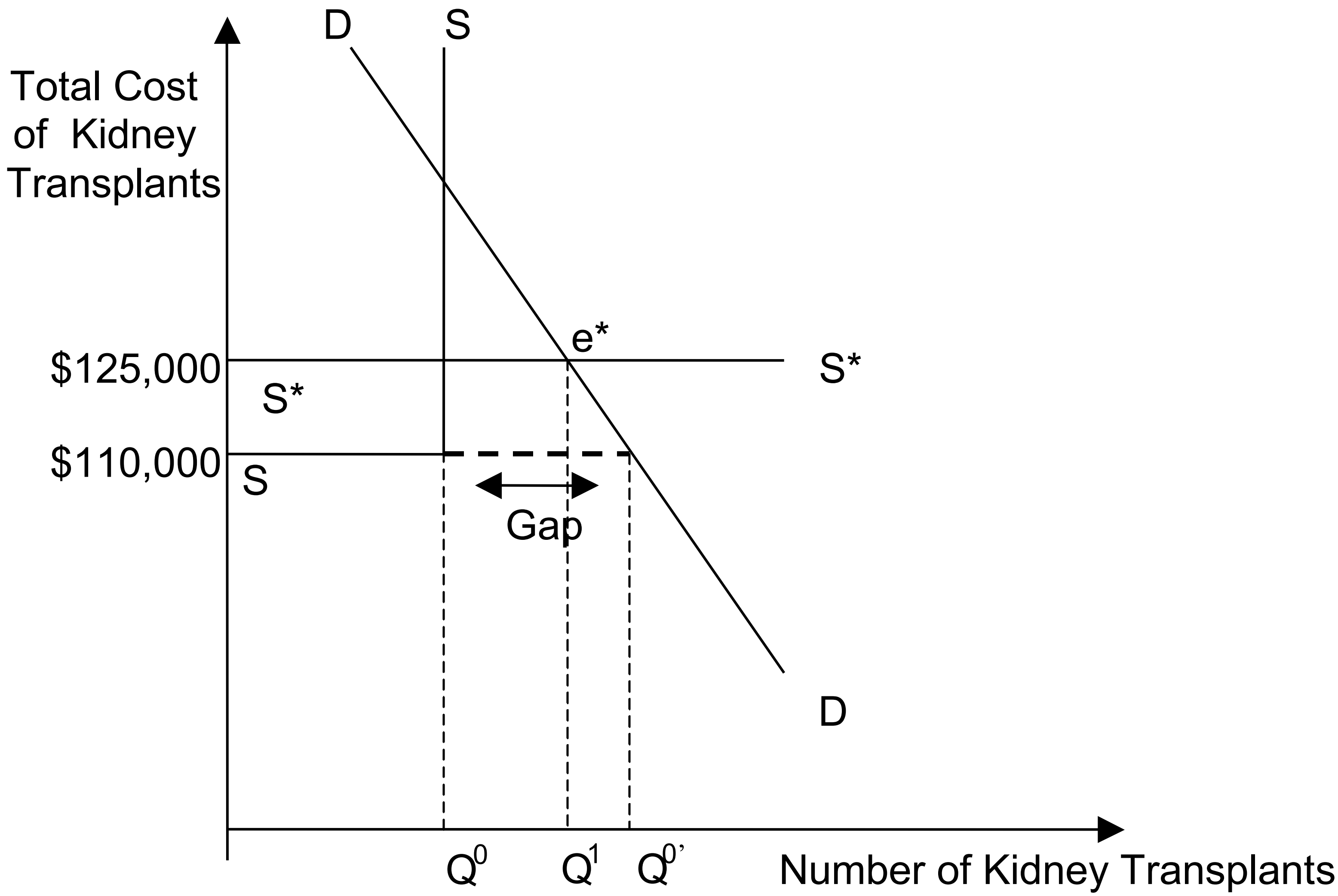
$$\text{Price of a Kidney in US} = \text{Price of a Kidney in Country i} * \frac{\text{Income Per Capita in US}}{\text{Income Per Capita in Country i}}$$

Table 3
Price of Kidney in United States - International Evidence

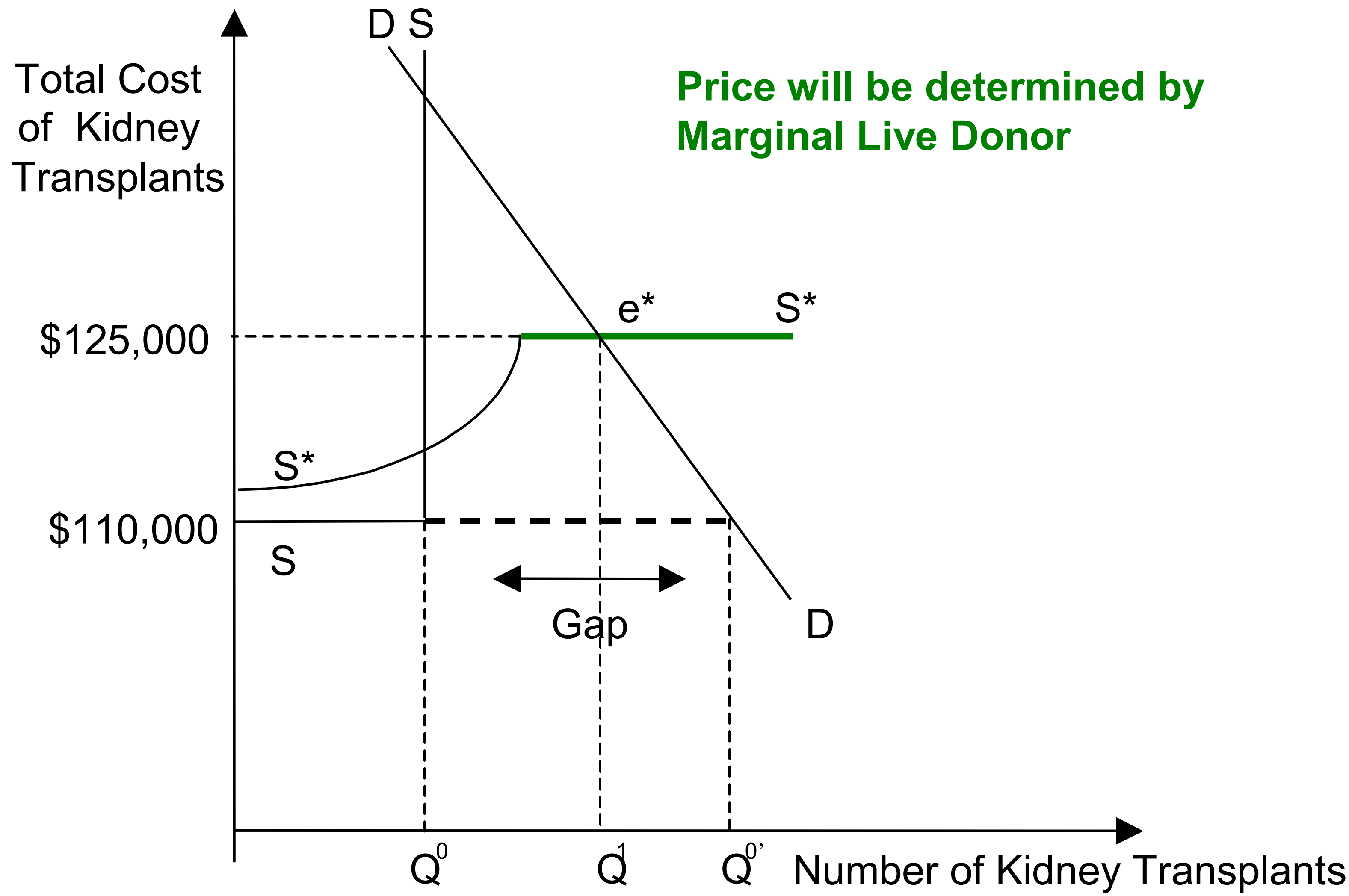
Country	Year	Price of a Kidney	Equivalent Cost of Kidney in US
Iran	1997	$1,345	$7,760
Iran	1996	$471	$2,717
India	1985-1999	$1,070	$16,050
England	1990	$5,691 - $7,648	$8,252 - $11,090
India	1997	$1,035	$15,525

Source: Goyal, Madhav, et al, 2002; Salahuden, A. K. et al, 1990; The Hindu India's National Magazine, 1997, and Zargooshi, Javaad, 2001.

Market for Live Kidney Transplants



Market for Live and Cadaveric Kidney Transplants



Complementariedades

- El campo de la salud está repleto de complementariedades: entre diferentes enfermedades, entre edades, entre salud, educación y entrenamiento, y aún entre la tasa de descuento sobre la utilidad futura y la salud.

Complementariedades

Entre enfermedades

- La probabilidad de sobrevivir hasta una determinada edad puede interpretarse como el producto de la probabilidad de sobrevivir a diferentes enfermedades, en donde estas probabilidades no necesitan ser independientes.
- En la función de utilidad de dos períodos obtenemos

$$V = u_1 + B\ S_1\ u_2 = u_1 + B\ d_1(h_1)d_2(h_2)...d_n(h_n)\ u_2$$

El término d_i nos da la probabilidad de sobrevivir a la enfermedad 1 desde el período inicial hasta el segundo, y h_i nos da los insumos de salud que aumentan d_i.

Complementariedades

Entre enfermedades

- La restricción presupuestaria queda

$$x_0 + S_1\, x_1/(1+r) + g(h_1, h_2, \ldots, h_n) = w_0\,(1-l_0) + S_1 w_1 (1-l_1)/(1+r)$$

El gasto óptimo de reducir la probabilidad de cada enfermedad estará determinado por las ecuaciones

$$(1/1+r)\, d_i'(h_i)\, d_1 \ldots d_{i-1} d_{i+1} \ldots d_n u_1/u_{1x} = g'(h_i) +$$
$$(1/1+r)\, d_i'(h_i) d_1 \ldots d_{i-1} d_{i+1} \ldots dn(x_1 - w_1(1-l_1)),\ i=1,2,\ldots n$$

Complementariedades

Entre enfermedades

- La función de gastos en salud puede tener muchos tipos de complementariedades entre gastos para reducir la probabilidades de las distintas enfermedades.

  Sin embargo, esta ecuación muestra claramente la complementariedad fundamental entre mejoras en el combate contra distintas enfermedades.

  Un aumento en la probabilidad de sobrevivir la enfermedad j aumenta la utilidad marginal del gastar más recursos en la reducción de las probabilidades de morir de otras condiciones.

Complementariedades

Entre enfermedades

- Durante los últimos treinta años se han producido grandes avances en la lucha contra enfermedades cardiovasculares entre las personas mayores.
- Este análisis sugiere que entonces se debería poner más atención en la lucha contra otras enfermedades de personas en edad avanzada, como ser cáncer, Alzheimer, diabetes, y otras.
- De hecho, la "guerra contra el cáncer" empezó luego que empezaron a notarse avances en la reducción de muertes a causa de ataques cardíacos.
- Como las muertes a causa del sida en algunos países africanos han aumentado de forma dramática en los últimos 20 años, muchos jóvenes africanos han comenzado a estar menos preocupados acerca de la prevención de otras enfermedades ya que la probabilidad de morir de sida es muy alta en estos países.

Complementariedades

Entre Edades

- Para mostrar la complementariedad entre inversiones en salud a diferentes edades, asuma que la probabilidad de sobrevivir la edad inicial es $s_0(h_0)$, y que la probabilidad condicional de sobrevivir la edad 1 es $s_1(h_1,h_2)$, en donde h_1 y h_2 son los recursos gastados en 0 y en 1 respectivamente para aumentar la s_1.
- Entonces la función de utilidad queda

$$V = s_0(h_0)\, u_0 + B\, s_0(h_0)\, s_1(h_1,h_2)\, u_2$$

con restricción presupuestaria

$$s_0\, x_0 + s_0\, s_1\, x_1/(1+r) + g(h_0, h_1) + s_0\, f(h_2)/1+r$$
$$= s_0\, w_0\, (1-l_0) + s_0\, s_1\, w_1\, (1-l_1)/(1+r)$$

Complementariedades

Entre Edades

- Las condiciones de óptimo para h son

$$
\begin{aligned}
(\partial s_o/\partial h_0)u_0/u_{0x} &+ (1/1+r)s_1(h_1)u_1/u_{1x}\partial s_0/\partial h_0 \\
&= \partial g/\partial h_0 + (1/1+r)\ \partial s_o/\partial h_0[x_0 + (1/1+r)s_1x_1 \\
&\quad -\left\{w_0(1-l_0) + s_1w_1(1-l_1)/1+r\right\}]
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
(1/1+r)\ s_0(h_0)(u_1/u_{1x})\ \partial s_1(h_1,h_2)/h_1 \\
= \partial g/\partial h_1 + (1/1+r)s_0\ \partial s_1/\partial h_1[x_1 - w_1(1-l_1)]
\end{aligned}
$$

$$
u_1/u_{1x}\ \partial s_1(h_1,h_2)/\partial h_2 = f'(h_2) + \partial s_1/\partial h_2[x_1 - w_1(1-l_1)]
$$

Complementariedades

Entre Edades

- Un aumento exógeno en s_1 induce a un mayor gasto en el aumento de la supervivencia durante el período inicial debido a que esta aumenta la utilidad esperada de sobrevivir el próximo período.
- Este resultado nos dice simplemente que si la persona sabe que es más probable que sobreviva los períodos futuros, tiene más incentivos de tratar de sobrevivir hasta esos períodos.
- Los jóvenes en Africa han respondido en menor medida al riesgo de contraer Sida que los adultos en los Estados Unidos en parte porque el riesgo de morir de otras causas es mucho mayor en Africa.

Complementariedades

Entre Edades

- Si la probabilidad de sobrevivir la niñez es baja, no paga gastar recursos durante la niñez que aumentarán la supervivencia a edad más avanzada.
- Por otro lado, los gastos durante la adultez para aumentar la probabilidad de sobrevivir a edad más avanzada no dependen directamente de la probabilidad de sobrevivir hasta estas edades. Ya que la supervivencia ya está dada cuando la persona alcanza esa edad, y entonces su comportamiento sólo dependerá de variables que puedan afectar el futuro.

Complementariedades

Educación y Salud

- Las complementariedades también son importantes entre gastos en distintas formas de capital humano.
- A continuación consideraremos sólo las complementariedades entre salud y educación, pero el mismo análisis se aplica a salud y entrenamiento, y salud y migración.
- Un aumento en la supervivencia a edad avanzada aumenta el retorno de la inversión en educación porque los costos de educación se producen a edad temprana y el retorno más tarde.
- Por distintas razones, un aumento en la educación también tiende a aumentar la tasa de supervivencia. Es decir que $S_1(h,E)$.

Complementariedades
Educación y Salud

- Entonces la función de utilidad queda

$$V = u_0 + B\ S_1(h,E)\ u_1$$

con restricción presupuestaria

$$x_0 + S_1\ x_1/(1+r) + E+g(h)$$
$$= w_0\ (1-l_0) + S_1\ w_1(E)\ (1-l_1)/(1+r)$$

La condición de óptimo para la inversión en educación, E, queda

$$(1/1+r)\ S_1 w_1'(E)\ (1-l_1) + (1/1+r)\ B\ S_1'(E)\ u_1/u_{1x}$$
$$=1 + (1/1+r)\ S_1'(E)\ [x_1 - w_1\ (1-l_1)]$$

Complementariedades

Educación y Salud

- El lado izquierdo de la ecuación nos da el beneficio del aumento en la inversión en educación.
  - El primer término es la ganancia en salario de una mayor educación descontada.
  - El segundo término es el aumento en utilidad producto de una mayor tasa de supervivencia como resultado de una mayor educación.
- El lado derecho de la ecuación nos da el costo del aumento en educación.
  - El primer término es el peso marginal gastado en educación.
  - El segundo término es el aumento en los recursos esperados que van a ser tomados del primer período para financiar un mayor gasto durante el segundo período relativo a los ingresos en ese período.

Complementariedades

Educación y Salud

- Esta ecuación implica que un aumento en educación aumenta la expectativa de vida de dos maneras.
  - Una mayor educación aumenta la riqueza esperada neta de los gastos en educación. Esto produce un efecto riqueza que lleva a un aumento en el gasto en salud, y por lo tanto aumenta la tasa de supervivencia en los años siguientes.
  - La educación también afecta la tasa de supervivencia de forma directa haciendo a la persona más productiva en inversiones en salud.
- Este análisis indica que una mayor educación mejora la salud, pero no necesariamente aumenta el gasto en salud.