The Human Capital Model

On the Concept of Health Capital and the Demand for Health

Michael Grossman†

†Original Version (1972) in
Journal of Political Economy

Updated Version (2000) in
Handbook of Health Economics

Beijing, April 2025

内容提要

1. Grossman(1972) 健康需求模型
   - 基准模型
   - 纯投资模型
   - 折旧率生命周期变化的影响
   - 市场效率和非市场效率
   - 总结
2. Grossman(2000) 的更新
   - 最优寿命的确定
   - “Bang-bang”均衡
   - 纯消费模型
   - 实证检验
   - 健康与教育的相关性
   - 总结
3. MGM 30 年之后 (Grossman, 2000)
   - Zweifel & Breyer(1997)
   - 调整成本
   - 不确定性
4. MGM 40 年之后 (Zweifel, 2012)
   - 三个批评
   - 替代模型
   - 评论与回应

研究基础

- 一个人的知识存量或人力资本的增加，一方面可以提高其在市场部门中的生产率，获得货币收入（生产 goods）；另一方面在非市场部门或家庭部门，其能够生产进入其效用函数的商品（commodities 而非 goods）。
- Becker （1967）和 Ben-Porath （1967）使用该人力资本的框架，开发了确定任何年龄人力资本最佳投资数量的模型。
- 健康资本不同于其他形式的人力资本，人力资本存量会影响一个人的市场和非市场的生产率，健康资本存量决定了一个人可以分配在市场部门和非市场部门中的生产的总时间。
- 医疗保健的需求实际上是对健康的需求，前者是 goods，后者是 commodity，健康（而不是医疗保健的消费）直接进入效用函数相对来说会更加合理。

模型设定

- 经典消费者的跨期效用函数设定为：

$$U = U(\phi_0 H_0, \cdots \phi_t H_t, Z_0, \cdots, Z_t) \tag{1}$$

- 其中 H_0 是继承的健康存量初始值，H_t 是第 t 期的健康存量，$h_t = \phi_t H_t$ 表示第 t 期对健康服务的消费量，Z_t 是第 t 期对其他商品的消费量
- 在本模型中，时间角标 t 是内生决定的，当健康存量 H_t 降低至临界值 H_{min} 时意味着死亡
- 设定健康资本存量的积累方程：

$$H_{t+1} - H_t = I_t - \delta_t H_t \tag{2}$$

- 其中 I_t 是对健康的总投资，δ_t 是折旧率，折旧率是外生给定的，但随年龄变化

模型设定

- 消费者在家庭部门中生产两种 commodities：对健康的投资和其他直接进入效用函数的商品，定义两个生产函数形式为：

$$I_t = I_t(M_t, TH_t; E_t) \quad Z_t = Z_t(X_t, T_t; E_t) \tag{3}$$

- 其中 M_t 是对医疗保健的消费，X_t 是对一些市场产品的消费，TH_t 是用于投资健康的时间投入，T_i 是用于生产 Z_t 的时间投入，E_t 是人力资本存量
- 假设两个生产函数对于产品投入和时间投入都是一阶齐次的，那么令 $\tau_t = TH_t/M_t$，健康投资的生产函数可以写为：

$$I_t = M_t g(\tau_t; E_t) \tag{4}$$

模型设定

- 消费者在家庭部门中生产两种 commodities：对健康的投资和其他直接进入效用函数的商品，定义两个生产函数形式为：

$$I_t = I_t(M_t, TH_t; E_t) \quad Z_t = Z_t(X_t, T_t; E_t) \tag{3}$$

- 其中 M_t 是对医疗保健的消费，X_t 是对一些市场产品的消费，TH_t 是用于投资健康的时间投入，T_i 是用于生产 Z_t 的时间投入，E_t 是人力资本存量
- 假设两个生产函数对于产品投入和时间投入都是一阶齐次的，那么令 $\tau_t = TH_t/M_t$，健康投资的生产函数可以写为：

$$I_t = M_t g(\tau_t; E_t) \tag{4}$$

模型设定

- 由式子 (4) 可以得到健康时间和医疗保健对健康投资的边际贡献：

$$\frac{\partial I_t}{\partial TH_t} = \frac{\partial g}{\partial \tau_t} \equiv g' \quad \frac{\partial I_t}{\partial M_t} = g - \tau_t g' \tag{5}$$

- 消费者面临的资源约束是：商品支出的现值应该不超过生命周期内的货币收入的现值再加上初始资产，即：

$$\sum_{t=0}^{n} \frac{P_t M_t + Q_t X_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^{n} \frac{W_t TW_t}{(1+r)^t} + A_0 \tag{6}$$

- 其中 P_t 和 Q_t 分别是医疗保健和其他消费品的价格，TW_t 表示消费者用于工作的时间，W_t 是工资率，r 是利率

模型设定

- 考虑个人拥有的总时间为 Ω，时间约束为：

$$TW_t + TH_t + TL_t + T_t = \Omega \tag{7}$$

- 回顾一下，TW_t 表示用于工作的时间，TH_t 表示用于健康投资的时间，T_t 是用于消费产品或生产其他商品的时间，TL_t 表示由于生病或受伤而导致的无效时间
- 假设 TL_t 与健康存量 H_t 成反比，即 $\partial TL_t/\partial H_t < 0$，将 ϕ_t 定义为一单位健康存量能产生的健康时间，即 h_t 表示消费者处于健康的时间，这是种简化操作，则有：

$$TL_t = \Omega - h_t \tag{8}$$

- 式子 (8) 的设定，蕴含着 TH_t 和 TL_{t+1} 也是负相关的

模型设定

- 将式子 (7) 带入式子 (6) 中，则可以将消费者的终身财富包括在预算约束中：

$$
\begin{aligned}
&\sum_{t=0}^{n} \frac{(P_t M_t + W_t TH_t) + (Q_t X_t + W_t T_t) + W_t TL_t}{(1+r)^t} \\
&= \sum_{t=0}^{n} \frac{W_t \Omega}{(1+r)^t} + A_0 \equiv R
\end{aligned} \tag{9}
$$

- 第二行表示消费者的终身财富，即将所有时间用于工作，式子 (9) 意味着个人的终身财富，主要用于三部分：
- 一部分用于非市场的家庭部门 $CN_t = P_t M_t + W_t TH_t$，一部分用于市场部分 $CM_t = Q_t X_t + W_t T_t$，还有一部分由于生病或受伤而损失了

均衡条件

- 均衡时的健康存量 H_t 和其他商品 Z_t 都可以通过求解式子 (1) 的最大化问题来得到，根据健康存量的积累方程，只要确定最优的健康投资 I_{t-} ，就可以确定健康存量 H_t 的值。构造拉格朗日函数：

$$\mathcal{L} = U(\phi_0 H_0, \cdots \phi_t H_t, Z_0, \cdots, Z_t) + \lambda\left(R - \sum_{t=0}^{n} \frac{CN_t + CM_t + W_t TL_t}{(1+r)^t}\right)$$

- 需要注意，在函数 $\mathcal{L}$ 中，第一项中的 $\phi_t H_t, \phi_{t+1} H_{t+1} \cdots \phi_n H_n$ 都是 I_{t-1} 的函数，预算约束中的 CN_{t-1} 由 I_{t-1} 决定，TL_t, $TL_{t+1} \cdots TL_n$ 都是 I_{t-1} 的函数
- 令 $\partial\mathcal{L}/\partial I_{t-1} = 0$ 的结果应该有 $2(t-n+1)+1$ 项

均衡条件

- 令 $Uh_t = \frac{\partial U}{\partial h_t}$，$G_t = \frac{\partial h_t}{\partial H_t} = -\frac{\partial TL_t}{\partial H_t}$，$\pi_t = \frac{\partial CN_t}{\partial I_t}$
- 由健康存量的积累方程可以得到：$\frac{\partial H_t}{\partial I_{t-1}} = 1$，$\frac{\partial H_{t+1}}{\partial I_{t-1}} = (1-\delta_t)$，$\frac{\partial H_n}{\partial I_{t-1}} = (1-\delta_t)(1-\delta_{t+1})\cdots(1-\delta_{n-1})$
- 则由 $\partial \mathcal{L}/\partial I_{t-1} = 0$ 可以得到：

$$\frac{\pi_{t-1}}{(1+r)^{t-1}} = \frac{W_t G_t}{(1+r)^t} + \sum_{j=t+1}^{n} \frac{(1-\delta_t)\cdots(1-\delta_{j-1}) W_j G_j}{(1+r)^j} + \frac{Uh_t}{\lambda} G_t + \sum_{j=t+1}^{n} (1-\delta_t)\cdots(1-\delta_{j-1}) \frac{Uh_j}{\lambda} G_j \tag{10}$$

均衡条件

- 非市场部门中的生产成本最小化问题意味着：

$$\max_{\{M_t, TH_t\}} CN_t = P_t M_t + W_t TH_t$$
$$\text{s.t.} \quad I_t = M_t g(h_t; E_t)$$

- 即给定总投资水平下通过分配 M_t 和 TH_t 使得总成本最小，从而 $\pi_t = \frac{\partial CN_t}{\partial I_t}$，即上述优化问题中的影子价格。通过计算可以得到：

$$\pi_{t-1} = \frac{P_{t-1}}{g - \tau_{t-1} g'} = \frac{W_{t-1}}{g'} \tag{11}$$

- 式子 (11) 表明成本最小化的条件是在医疗保健上多花一美元所增加的总投资等于在时间上多花一美元所增加的总投资
- 健康总投资的平均成本等于边际成本

均衡条件

- 那么结合式子 (11)，可以发现，均衡条件 (10) 意味着第 $(t-1)$ 期的健康总投资的边际成本的现值，应该等于未来边际收益的现值。式子 (10) 表明，消费者在第 t 期的边际收益的现值为：

$$G_t\left[\frac{W_t}{(1+r)^t}+\frac{Uh_t}{\lambda}\right]$$

- 上式实际上衡量的是，健康资本产生的健康时间的边际效用
- 其中，G_i 是健康资本的边际产出，即增加一单位健康存量能增加的健康天数，将这种边际产出转化为直接的货币价值，还需要两个元素：一个是贴现工资率 $\frac{W_t}{(1+r)^t}$，衡量的是可活动的总时间增加一单位带来的货币价值；另一个是健康时间增加带来的边际效用 $\frac{Uh_t}{\lambda}$。

均衡条件

- 将式子 (10) 的角标调整，则有：

$$\frac{\pi_t}{(1+r)^t} = \frac{W_{t+1}G_{t+1}}{(1+r)^{t+1}} + \sum_{j=t+2}^{n} \frac{(1-\delta_{t+1})\cdots(1-\delta_{j-1})W_jG_j}{(1+r)^j} + \frac{Uh_{t+1}}{\lambda}G_{t+1} + \sum_{j=t+2}^{n}(1-\delta_{t+1})\cdots(1-\delta_{j-1})\frac{Uh_j}{\lambda}G_j \tag{12}$$

- 式子 (12) 与式子 (10) 相减则有：

$$\frac{\pi_{t-1}}{(1+r)^{t-1}} = \frac{W_tG_t}{(1+r)^t} + \frac{Uh_tG_t}{\lambda} + \frac{(1-\delta_t)\pi_t}{(1+r)^t}$$

均衡条件

- 令 $\widetilde{\pi_{t-1}} = (\pi_t - \pi_{t-1})/\pi_{t-1}$，则有：

$$G_t\left[W_t + \frac{Uh_t}{\lambda}(1+r)^t\right] = \pi_{t-1}(r - \widetilde{\pi_{t-1}} + \delta_t + \widetilde{\pi_{t-1}}\delta_t)$$

- 将 $\widetilde{\pi_{t-1}}\delta_t$ 近似为 0，则上式可以写为：

$$G_t\left[W_t + \frac{Uh_t}{\lambda}(1+r)^t\right] = \pi_{t-1}(r - \widetilde{\pi_{t-1}} + \delta_t) \tag{13}$$

- 一个更加简洁的表达形式是：

$$\gamma_t + a_t = r - \widetilde{\pi_{t-1}} + \delta_t \tag{13'}$$

- 其中，$\gamma_t = (W_t G_t)/\pi_{t-1}$，表示健康投资对收入的边际回报；$a_t = \left(G_t \frac{Uh_t}{\lambda}(1+r)^t\right)/\pi_{t-1}$，表示健康投资对效用的边际回报

纯投资模型

- 基准模型中健康天数直接进入效用函数，使得健康资本不同于其他形式的人力资本
- 为简化理论分析部分，并能与其他形式的人力资本进行比较，这里考虑一个纯投资模型，即效用函数中不包含健康天数，这意味着健康投资的边际效用为 0（ $Uh_t = 0$ ），那么式子 $(13')$ 中的 $a_t = 0$ ，即均衡条件简化为：

$$\frac{W_t G_t}{\pi_{t-1}} = \gamma_t = r - \widetilde{\pi_{t-1}} + \delta_t \tag{14}$$

- W_t、π、$r - \widetilde{\pi_{t-1}} + \delta_t$ 均与健康存量无关，$G_t = \frac{\partial h_t}{\partial H_t}$ 表示健康资本的边际产出，假设 G_t 随 H_t 是递减的
- 式子 (14) 要求每一期的总投资 $I_t > 0$，否则取小于号。

纯投资模型

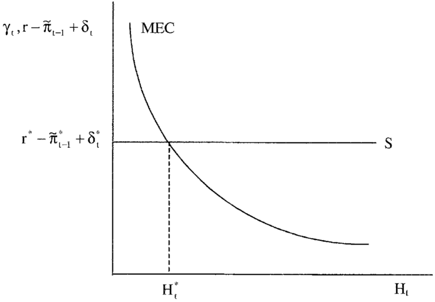

图 1: 最优健康存量 H_t^* 的确定

- 供给曲线 S 展示了健康存量和资本成本之间的关系，需求曲线 MEC 展示了健康存量和健康投资的边际回报之间的关系

与其他人力资本的比较

- 其他形式的人力资本（如知识、教育培训等）则有助于提高工资率，本模型假设健康资本不影响工资率，但能够决定个人用于生产、赚钱和消费商品的总时间，那么即使不在劳动力市场的个人也有动力进行健康投资
- 总投资生产函数规模报酬不变，使得总投资的边际成本 π_t 在生命周期中是不变的，消费者通过改变健康资本的边际产出 G_t 而不是总投资的边际成本来应对资本成本的变化，健康资本存量是模型中基本的决策变量
- Becker(19678) 和 Ben-Porath(1967) 假设个人拥有的人力资本只占总量的很小一部分，因此人力资本的边际产出（类比 G_t）是恒定的，而投资的边际成本（类别 π_t）是递增的，总投资水平是模型中基本的决策变量
- Grossman(1972) 中由于健康资本的产出 h_t 具有上限，因此不用施加投资的边际成本递增这个假设也能够使得模型存在最优解

折旧率的生命周期变化

- 进一步假设工资率、人力资本、总投资的边际成本和健康资本的边际产出都与年龄无关以简化分析，由于 $\widetilde{\pi_{t-1}} = 0$，式子 (14) 简化为：

$$\gamma_t = r + \delta_t \tag{15}$$

- 式子 (15) 表明，如果折旧率与年龄无关，那么健康存量 H 将保持一个常数，这种情况下，自第 1 期后个体无需进行额外的投资，要么永生要么死亡
- 假设折旧率与年龄有关是合理的，健康存量的折旧率增加对应生物性能的衰老，当然在年轻时也有可能折旧率随年龄增长而降低

健康存量的最优路径

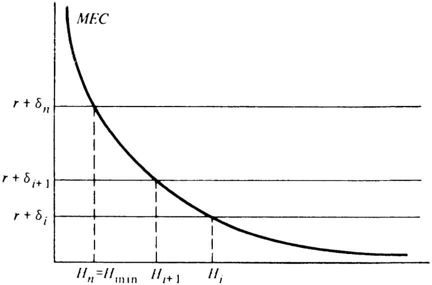

图 2: 最优健康存量 H_t^* 随折旧率的变化

- 假设折旧率随年龄增加而增加，供给曲线向上移动，导致最优健康存量的减少；在第 n 期最优健康存量达到死亡的临界值 H_{min}

健康存量的最优路径

- 式子 (15) 写为 $ln(r+\delta_t) = ln(G_t) + ln(\frac{W_t}{\pi_{t-1}})$，两边对时间 t 求导可得：

$$\frac{\delta_t \widetilde{\delta}_t}{r+\delta_t} = \frac{\partial ln(G_t)}{\partial ln(H_t)} \widetilde{H_t}$$

- 其中，波浪线上标表示变化的百分比，$\delta_t \widetilde{\delta}_t = d\delta_t/dt$，如果定义 MEC 的弹性 $\varepsilon = -\frac{\partial ln(H_t)}{\partial ln(r+\delta_t)}$，那么可以得到 $\varepsilon = -\frac{\partial ln(H_t)}{\partial ln(G_t)}$，再令 $s_t = \frac{\delta_t}{r+\delta_t}$，则有：

$$\widetilde{H_t} = -s_t \varepsilon_t \widetilde{\delta}_t \tag{16}$$

- 式子 (19) 表明，健康存量 H 减少的绝对值，与 MEC 的弹性 ε_t 和折旧占健康资本成本的比例 s_t 成正相关

健康存量的最优路径

- 根据式子 (16)，当折旧率 δ_t 在某个时间点之后随着年龄增长而不断增大的话，健康存量会不断减少直至死亡，即个人面临着有限的生命
- 式子 (16) 继续对时间 t 求导可得：

$$\frac{d\widetilde{H_t}}{dt} = \widetilde{H_{tt}} = -s_t(1-s_t)\varepsilon\delta_t^2 < 0 \tag{17}$$

- 式子 (17) 表明当 ε_t 和 $\widetilde{\delta}_t$ 是常数的话，$ln(\widetilde{H_t})$ 关于年龄是个凹函数（且一阶导也小于 0），那么这意味着健康存量的变化率 $\widetilde{H_t}$ 随着年龄增加也会逐渐增大

总投资的最优路径

- 尽管健康存量随年龄增长而不断减少，但这并不意味着总健康投资的减少
- 利用健康资本的积累方程（式子 (2)），有：

$$\ln I_t = \ln H_t + \ln(\widetilde{H_t} + \delta_t) \tag{18}$$

- 式子 (18) 对时间 t 求导可得：

$$\widetilde{I_t} = \frac{\widetilde{\delta}_t(1 - s_t\varepsilon)(\delta_t - s_t\varepsilon\widetilde{\delta}_t) + s_t^2\varepsilon\widetilde{\delta}_t^{\,2}}{\delta_t - s_t\varepsilon\widetilde{\delta}_t} \tag{19}$$

- 当弹性 $\varepsilon < 1$ 时，总能保证健康投资 $I_t > 0$（因为 $1 - s_t\varepsilon > 0$）

总投资的最优路径

- 根据前文，当 MEC 缺乏弹性时，总投资水平和折旧率是正相关的，而健康存量和总投资之间是负相关的
- 个人希望通过增加总投资水平以弥补折旧率增加导致的健康存量下降
- 年龄较大而不健康的人，可能比健康的年轻人投入更多的健康投资，即疾病或对健康的需求和医疗保健之间是正相关的
- MEC 的弹性越小，这种医疗保健投入和健康需求之间的相关性越强
- 但注意，当 MEC 的弹性较大时，医疗保健的投入和健康需求之间的相关性将减弱，传统关于医疗需求的模型可能失效（不过实证数据中测算的弹性都比较小）

工资率的影响

- 由于 $MEC = W_t G_t / \pi_{t-1}$，工资率越高，增加健康时间对他的价值就越大，最优健康存量也将增加

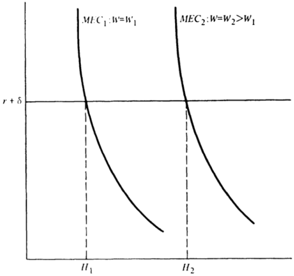

图 3: 最优健康存量 H_t^* 随工资率 W 的变化

工资率的影响

- 式子 (15) 取自然对数并对 $\ln W$ 求导可得

$$1+\frac{\partial \ln G}{\partial \ln H}\frac{\partial \ln H}{\partial \ln W}-\frac{d\ln \pi}{d\ln W}=0$$

- 假设工资率每增加 1%，会导致投资的边际成本增加 K%（MEC 则会增加 $1-K$%），并且定义健康存量的工资弹性为 $e_{H,W}$，则有：

$$e_{H,W}=(1-K)\varepsilon \tag{20}$$

- 医疗保健投入 M_t 的工资弹性为：

$$e_{M,W}=K\sigma_p+(1-K)\varepsilon \tag{21}$$

其中 σ_p 是总投资的生产函数中医疗保健 M 和健康时间 Th 的相互替代弹性

其他人力资本的影响

- 其他形式的人力资本存量越大，最优的健康存量也越大（当人力资本能够提高总投资函数的边际产出时）

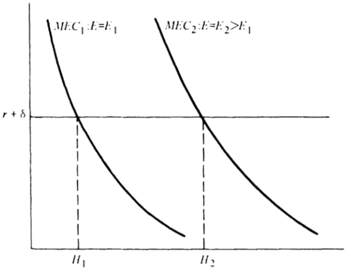

图 4: 最优健康存量 H_t^* 随人力资本 E 的变化

其他人力资本的影响

- 假设人力资本 E 能够提高总投资生产函数中医疗保健和健康时间的生产率，且边际产出变化比例相同时，回顾式子 (4) 和 (5) 中的投资函数 g，那么有：

$$r_H = \hat{g} = \widehat{g'} = -\hat{\pi} \tag{22}$$

- r_H 表示人力资本对总投资的边际产出，$\hat{}$ 表示变量的变动比例
- $\hat{H} = r_H \varepsilon$
- $\hat{M} = \hat{Th} = r_H(\varepsilon - 1)$
- 当健康需求 MEC 的弹性小于 1 时，更高的人力资本（知识水平）将会增加健康存量，但会减少医疗保健的投入（当 $r_H > 0$），即知识水平更高的群体通过减少医疗保健的投资来适应由于人力资本增加导致的健康存量增加
- 若 $r_H < 0$，这种“坏资本”将迫使其增加医疗保健的投入以弥补减少的健康存量

总结

- 健康是一种能够产生健康时间进而增加消费者效用的耐用资本，对医疗保健的消费应看作是对健康资本的投资
- 健康投资的边际报酬递减，从而产生最优健康投资和健康存量，不过由于假设健康投资的边际成本不变，消费者能够很快调整投资水平，基本决策变量应是健康存量
- 假设健康的折旧率随年龄增长而增大，使得健康需求在生命周期中不断增加
- 当工资率更高、人力资本更多，他们的健康状况会更好，健康需求会减少，医疗保健支出也会更少；这些结论无需施加额外假设，如工资率、人力资本对消费者偏好的影响等
- 当消费者对健康的需求弹性较小时，能够保证健康需求和医疗保健需求是正相关的，否则二者可能反向变动
- 文章的一些关键简化包括：将折旧率外生处理、默认最佳总投资为正数、消费者完美预测生命长度、未考虑不确定性，等等

最优寿命的确定

- Grossman(1972) 中对于寿命的内生确定并未进行详细阐述，寿命的长度似乎被视为一个固定值
- Grossman(2000) 指出，可以通过一个确定性终点的迭代过程来确定寿命长度
- 假设个体在第 n 期活着，第 $n+1$ 期发生死亡，则有：

$$V_t G_t = \pi_{t-1}(r - \widetilde{\pi_{t-1}} + \delta_t) \quad t < n$$

$$V_n G_n = \pi_{n-1}(r + 1)$$

- 另外，第 $n+1$ 期发生死亡，则必须有：$I_n = 0$，

$$H_{n+1} = (1 - \delta_n) H_n \leq H_{min} \tag{23}$$

最优寿命的确定

- 如果式子 (23) 不成立，意味着个体在第 $n+1$ 期还未死亡，假设个体死亡发生在第 $n+2$ 期，并调整优化问题的区间后重新求解，第 n 期的最优条件变为：

$$V_n^* G_n^* = \pi_{n-1}(r - \widetilde{\pi_{n-1}} + \delta_n)$$

$$V_{n+1}^* G_{n+1}^* = \pi_n(r+1)$$

$$I_{n+1} = 0$$

$$H_{n+2} = (1-\delta_{n+1})H_{n+1}^* \leq H_{min} \tag{24}$$

- 在满足健康存量的折旧率 δ_t 随年龄增长而增大，健康投资 I_t 是正值（除最后一期是 0 外），健康存量的边际产出回报 G_t 随健康存量的增加而减少时，健康存量一定随年龄增长而不断减少，确保了死亡发生（即最优寿命）的存在性和唯一性

最优寿命的确定

- 注意到，一阶条件（式子 (10)）意味着：

$$\begin{aligned}\pi_0 &= \frac{V_1 G_1}{(1+r)} + \frac{d_2 V_2 G_2}{(1+r)^2} + \cdots + \frac{d_n V_n G_n}{(1+r)^n} \\ &= \frac{V_1 G_1}{(1+r)} + \frac{d_2 V_2 G_2}{(1+r)^2} + \cdots + \frac{d_n V_n^* G_n^*}{(1+r)^n} + \frac{d_n(1-\delta_n) V_{n+1}^* G_{n+1}^*}{(1+r)^{n+1}}\end{aligned} \tag{25}$$

- 式子 (25) 第二行是由于式子 (26)，这通过前面最优条件可以得到：

$$\frac{d_n V_n^* G_n^*}{(1+r)^n} + \frac{d_n(1-\delta_n) V_{n+1}^* G_{n+1}^*}{(1+r)^{n+1}} = \frac{d_n V_n G_n}{(1+r)^n} \tag{26}$$

最优寿命的确定

- 式子 (25) 表明，个体无论是在第 $n+1$ 期死亡还是在 $n+2$ 期死亡，其第 0 期投资的贴现边际收益都是相同的
- 并且除了第 n 期和第 $n+1$ 期，前几期的健康存量在不同生命长度中都是相同的，这保证了基准模型中的健康存量变化路径依旧是最优的
- 但从结果来看，尽管理论上寿命长度应由参数内生决定，但这样迭代过程得到的最优寿命似乎并不依赖于模型中任何的外生变量
- 但仍应明确的是，处于同一年龄的不同消费者之间，由于折旧率、初始资产、健康投资的边际成本等外生变量的差异，将导致寿命的差异

“Bang-bang”均衡

- Ehrlich & Chuma (1990) 认为，模型中对生产函数的规模报酬不变假设可能导致一种不确定性（“Bang-bang”）问题，这种线性生产函数，由于投资的边际成本恒定，通常不存在投资的内部均衡，而只能取到角点解
- 即，如果假设所有外生变量都不是年龄的函数，且健康总投资的边际成本不取决于投资水平，那么当折旧率恒等于 0 时，健康存量随时间应是恒定的，第 1 期即可达到最优健康存量；当折旧率为恒定正常数时，健康存量依旧随时间恒定。这种“Bang-bang”均衡来自投资率的无限大，即消费者能在瞬间达到任何水平的健康投资，从而在第 1 期就能抹去初始健康存量和最优健康存量之间的差异
- 因此为避免这种角点解的情形，Ehrlich & Chuma (1990) 假设健康总投资的生产函数应是规模报酬递减的，此时个体将逐步调整投资水平以缓慢达到最优健康存量

“Bang-bang”均衡

- Grossman(2000) 认为规模报酬递减的假设是没有必要的
- 一方面，这将使得理论和计量分析非常困难；另一方面，在折旧率恒定时，显然模型结果已经转向了无限生命，Grossman(1972) 已经通过假设折旧率在生命周期中的变化避免了均衡的角点解
- 此外，Ehrlich & Chuma (1990) 是基于投资的贴现边际收益不变的前提指出，如果存在均衡解必须要求投资的边际成本向上倾斜——这与 Becker(19678) 和 Ben-Porath(1967) 的人力资本模型假设是相同的
- 但 Grossman(2000) 认为投资的贴现边际收益并不是独立于投资水平的，边际收益由于健康资本的边际产出递减而必须向下倾斜，因此无须要求边际成本函数向上倾斜也能够达到均衡

纯消费模型

- Grossman(1972) 的理论分析基于一个纯投资模型，即只考虑健康投资的货币收入，而假设健康天数的边际效用为 0，不考虑健康时间增加而增加的消费对效用的影响
- 这里考虑健康投资的货币收入较小可以忽略时的一个纯消费模型，假设 $\widetilde{\pi_{t-1}} = 0$，$\gamma_t = 0$，式子 (13) 写为：

$$\frac{Uh_t G_t}{\lambda} = \frac{UH_t}{\lambda} = \frac{\pi(r+\delta_t)}{(1+r)^t} \tag{27}$$

- 其中 $UH_t = \partial U/\partial H_t$，假设 H_t 和 H_{t+1} 的边际替代率仅取决于 H_t 和 H_{t+1}，H_t 和 Z_t 的边际替代率仅取决于 H_t 和 Z_t，还假设

$$1 + r = \frac{\partial U/\partial H_t}{\partial U/\partial H_{t+1}} \quad \text{when } H_t = H_{t+1}$$

工资率的影响

- 纯投资模型中折旧率随年龄的变化，在纯消费模型中也能够体现，不过由 H_t 和 H_{t+1} 的边际替代率取代了纯投资模型中 MEC 的弹性 ε
- 根据式子 (27)，当折旧率上升时，整个生命周期所需的健康资本存量会下降；如果当前和未来健康之间的替代弹性小于 1，则总投资和健康投入都会随年龄增长而增加
- 工资率的变化会产生财富效应从而增加健康投资——这在纯投资模型中是没有的，健康的工资弹性可以表示为：

$$e_{HW} = -(1-\theta)(K - K_Z)\sigma_{HZ} \tag{28}$$

- 其中 θ 表示健康在总财富中所占的比例，K_Z 表示用于消费 Z 的时间占总时间的比例，K 表示投资成本的工资弹性，σ_{HZ} 表示 H 和 Z 消费的相互替代弹性，与式子 (20) 含义相同

工资率的影响

- 式子 (28) 的符号不确定，因为工资率的提高同时提高了健康投资的边际成本和其他商品 Z 的成本
- 如果相对于生产 Z，时间成本在健康生产中更重要，即 $K > K_Z$，即健康的相对价格将随工资率增加而上升，这将减少健康需求的数量；反之，如果 Z 的时间成本更重要的话，财富效应发挥主要作用，健康需求随工资率增加而上升
- 式子 (28) 是保持效用不变的结果，Wagstaff(1986)、Zweifel & Breyer(1997) 则考察了财富边际效用不变（λ 不变）情形下的健康工资弹性：

$$\frac{\partial H}{\partial \ln W} = \frac{K\Psi_H\Psi_{ZZ} - K_Z\Psi_Z\Psi_{HZ}}{\Psi_{HH}\Psi_{ZZ} - \Psi_{HZ}^2} \tag{29}$$

- 式子 (29) 只有当期效用函数 $\Psi(H, Z)$ 是严格凹时才可行，当 $\Psi_{HZ} \geq 0$ 时，式子 (29) 一定为负，否则需进一步分析

人力资本的影响

- 考察非市场部门中的影响，其他形式的人力资本的变化可能会影响个体对健康的需求：

$$\widehat{H} = \rho\eta_H + (\rho_H - \rho_Z)(1-\theta)\sigma_{HZ} \tag{30}$$

- 其中，ρ_Z 是由于 E 增加一个单位而导致的 Z 商品的货物或时间投入的边际产量的百分比增加（即 Z 的边际或平均成本的百分比减少的负值），η_H 是对健康需求的财富弹性，$\rho = \theta\rho_H + (1-\theta)\rho_Z$ 是当 E 随着货币总财富和工资率保持不变而增加时，实际财富的百分比增加
- 式子 (30) 等号右侧第一项表示财富效应，第二项表示替代效应
- 当人力资本是“中性的”，即 $\rho_H = \rho_Z$，仅表现出财富效应

人力资本的影响

- 进一步考察医疗服务投入的变化：

$$\widehat{M}=\rho(\eta_H-1)+(\rho_H-\rho_Z)\left[(1-\theta)\sigma_{HZ}-1\right] \tag{31}$$

- 当人力资本是“中性的”，只有当 $\eta_H>1$ 时，医疗保健投入和教育之间才是正相关的
- 如果人力资本提升更加利于健康的生产（$\rho_H>\rho_Z$），医疗保健投入和教育之间仍倾向于负相关，除非财富弹性和价格弹性都超过 1
- 纯消费模型相比于纯投资模型，提供了更丰富的解释

实证检验

- 实证检验部分主要基于纯投资模型，回顾纯投资模型中，MEC 曲线向下倾斜的条件是 $h_t(H_t)$ 边际产出递减，设定一般方程为：

$$h_t = 8760 - BH_t^{-C} \tag{32}$$

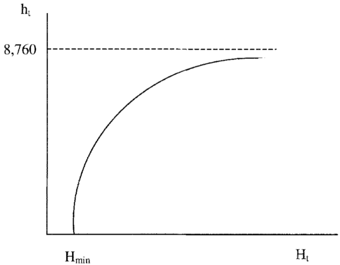

图 5: 健康时间的生产函数

结构估计式

- 根据方程 (32)，有 $G_t = \partial h_t/\partial H_t = BCH_t^{-(C+1)}$，MEC 弹性为 $\varepsilon = C + 1$，则有：

$$\ln H_t = \varepsilon \ln W_t - \varepsilon \ln \pi_t - \varepsilon \ln \delta_t \tag{33}$$

$$\ln \delta_t = \ln \delta_t + \widetilde{\delta}_t \tag{34}$$

$$\begin{aligned} \ln I_t &\equiv \ln H_t + In(1 + \widetilde{H_t}/\delta_t) \\ &= \rho_H E + (1 - K) \ln M_t + K \ln TH_t \end{aligned} \tag{35}$$

- 方程 (35) 表示总投资等于净投资加折旧，并将总投资生产函数设定为 Cobb-Douglas 形式

简约估计式

- 由方程 (33) – (35) 以及式子 (11) 可以得到健康和医疗保健需求的简约估计式：

$$\ln H_t = (1-K)\varepsilon \ln W_t - (1-K)\varepsilon \ln P_t + \rho_H \varepsilon E - \tilde{\delta}\varepsilon t - \varepsilon \ln \delta_0 \quad (36)$$

$$\begin{aligned}\ln M_t = {} & [(1-K)\varepsilon + K] \ln W_t - [(1-K)\varepsilon + K] \ln P_t + \rho_H(\varepsilon - 1)E \\ & + \tilde{\delta}(1-\varepsilon)t + (1-\varepsilon)\ln \delta_0 + \ln\left(1 + \tilde{H}_t/\delta_t\right) \end{aligned} \quad (37)$$

- 上述两式子可以进一步简化为：

$$\ln H = B_w \ln W + B_p \ln P + B_e E + B_t t + u_1 \quad (38)$$

$$\ln M = B_{wm} \ln W + B_{pm} \ln P + B_{em} E + B_{tm} t + u_2 \quad (39)$$

- 方程 (38)、(39) 可以用 OLS 来估计

简约式估计

- 其中 $B_w = (1-K)\varepsilon$，依此类推，$u_1 = -\varepsilon \ln \delta_0$ 和 $u_2 = (1-\varepsilon)\ln \delta_0$
- 投资模型预测 $B_w > 0$，$B_p < 0$，$B_e > 0$，$B_t < 0$，$B_{wm} > 0$，以及 $B_{pm} < 0$。此外，如果 $\varepsilon < 1$，则 $B_{em} < 0$ 且 $B_{tm} > 0$
- 投资模型与消费模型的选择基于以下标准：
  - 若健康需求的工资弹性显著为正，则投资模型将优于消费模型。投资模型中，只要 $K < 1$ 健康工资弹性一定为正；而消费模型中工资弹性可能为负（当 $K > K_Z$ 时）
  - 投资模型中，健康的财富弹性为 0；而消费模型中，健康的财富弹性为正值
- 另外，直接估计式子 (35) 的总投资函数（简约估计式如下），存在内生性问题，需用两阶段回归方法（2SLS）进行估计（Auster et al., 1969; Bound et al., 1995; Staiger & Stock, 1997）

$$\ln H = \alpha \ln M + \rho_H E - \widetilde{\delta} t - \ln \delta_0$$

主要结果

- Grossman 利用美国 1063 年调查数据发现：
- 健康需求方程与投资模型预测一致：教育（人力资本）和工资率的系数显著为正，年龄的系数为负
- 医疗支出方程与投资模型预测不一致：工资系数为负且不显著，教育系数为正且不显著，年龄的系数为负
- 健康生产函数估计结果：OLS 估计医疗保健弹性（α）为负，2SLS 估计结果为正
- 健康的财富弹性为负，与投资模型或消费模型均不一致
  - Grossman 提出“联合生产”的解释——即健康和一些对健康有负面影响的投入（如香烟、酒精和油腻食物）同时在效用函数中，而这些负面投入的财富弹性大于健康的财富弹性
- 此外，增加教育或工资率，能够降低死亡率，增加家庭总财富则会提高死亡率

健康与学校教育

- 健康和教育间的正相关关系仍未得到因果关系的验证
- 教育 $\rightarrow$ 健康？
  - 生产效率：教育能够提高健康的生产效率 (Grossman, 1972)
  - 分配效率：教育让人更了解健康投入的真实效果，从而选择更优的健康行为 (Kenkel, 2000)
  - 偏好改变：教育能够改变效用函数，进而选择健康行为
  - 当健康知识已经广泛传播时，偏好变化和分配效率可能难以区分。但如果出现新的健康信息（比如某种食品被发现有害），受教育程度高的人会更快调整行为，这更符合分配效率的逻辑
- 教育 $\leftarrow$ 健康？
  - 更健康的学生，在学校教育中表现更好
  - 过去健康决定了当前健康，从而对非学生也能表现成教育和健康间的正相关关系
- 无因果关系或存在其他关键变量
  - 教育对健康的影响，远小于教育对收入的影响 (Mincer, 1974)

健康与学校教育

- Fuchs(1982) 提出“时间偏好”假说：更注重未来的人（对未来有更高时间偏好的人）会接受更长时间的教育，并在健康上进行更大的投资，但教育和健康之间不存在因果关系
- Berger & Leigh(1989) 利用工具变量方法消除时间偏好的影响，得到教育对健康的无偏估计，使用这一方法的一些研究结果与时间偏好假说不一致（Leigh & Ghir, 1997; Sander, 1995）
- Becker & Murphy(1988) 提出理性成瘾模型：严重低估未来的人更有可能参与吸烟等成瘾行为
- Becker & Mulligan(1997) 认为学校教育的增加会导致个体对当期的时间偏好率降低（未来的时间偏好率上升），跨期消费模型中的贴现因子 $\beta = 1/(1+g)$，其中 g 是个体对当期的时间偏好率
    - 跨期消费之比的自然对数 $\ln L \approx \sigma[\ln(1+r) - \ln(1+g)]$
    - σ 是消费跨期替代弹性

总结

- 文本强调了 Grossman(1972) 健康需求人力资本模型对理解健康结果的作用，健康是一种产出而医疗保健支出是一种投入（甚至不必是健康的主要投入要素），健康资本与其他形式的人力资本存在差异
- 个体需求的是健康而非医疗保健，在某些条件下，健康需求与医疗保健支出并非正相关
- 为预测工资、年龄、教育等对健康的影响提供了理论和实证框架
- 如果健康和只是存量（教育）都是内生的，可能会对当前的偏好产生影响，那么健康和教育间可能不存在明确的因果关系
- 进一步地，如果教育对生产效率或时间偏好有因果效应，那么理论上可以在健康需求函数中得到一个内生决定的教育对健康的影响
- 实证检验中需要控制个体的时间偏好，也应将教育的生产效率和分配效率加以区分，才可能得到教育对健康的净效应

Zweifel & Breyer(1997) 的批评

- Michael Grossman Model(下称 MGM)
- Wagstaff(1986) 利用主成分分析 (PCA) 合成四个潜在健康指标，为检验 MGM 提供了思路 (区分健康状况与医疗保健支出是 MGM 的核心)
- 投资模型的简约式估计与 MGM 预测一致，但结构式估计时，潜在健康与医疗保健支出高度负相关，Zweifel & Breyer(1997) 因此认为 MGM 是不足以成立的
- Wagstaff(1986) 认为是估计模型中由于遗漏了其他非医疗投入导致系数有偏
- Grossman(2000) 认为在估计健康的条件需求函数时若将潜在健康视为外生变量，会导致估计系数下偏甚至为负。并且认为 Wagstaff(1986) 并未严格区分纯投资模型和纯消费模型，因此部分实证结果，与前文对纯投资模型和纯消费模型的论述有出入

Zweifel & Breyer(1997) 的批评

- 终身工资（财富）效应在纯消费模型中是负的，在纯投资模型中是正的；如果当前工资保持不变，则在投资模型中没有财富效应，而在消费模型中式正的
  - Grossman(2000) 认为这是“confusing and incorrect”，因为模型结论为：当前工资效应在投资模型中是正的，在消费模型中不确定，而终身财富效应或边际效用是保持不变的
- 消费模型预测教育对医疗保健需求具有负的影响但 Wagstaff(1986) 结果为正
  - Grossman(2000) 认为消费模型并未直接断言教育和医疗保健的负相关性，另外 Wagstaff(1986) 的条件需求函数估计是严重有偏的
- 工资率不能充分衡量疾病的成本（如非正式病假安排或保险的货币价值）
  - Grossman(2000) 认为模型假设疾病的成本与工资率正相关，这是合理且足够的

调整成本

- 相比于截面数据，纵向数据能考虑折旧率等难以衡量变量的影响
- 过去健康存量作为当前健康存量的影响因素被纳入估计模型

$$H_t = (1 - \delta_{t-1})H_{t-1} + I_{t-1}$$

- Wagstaff(1993) 进一步假设存在调整成本，每期实际存量与期望存量之间仅有一部分 μ 被满足，那么需求函数中 H_{t-1} 的系数变为 $-(\mu - \delta_{t-1})$
- 实证结果 H_{t-1} 的系数为负，表明存在调整成本，且 $\mu > \delta_{t-1}$
- 但结果显示年轻人的折旧率相比于老年人的更大，后者折旧率为负，这可能是由于数据指标设置不合理
- Grossman(2000) 认为是其对调整成本的假设过于严格导致待估计的需求函数出现错误

调整成本

- 基于纯投资模型，将工资率标准化为 1，则有一阶条件：

$$G_t = (1+r)\pi_{t-1} - (1-\delta_t)\pi_t \tag{40}$$

- 为简化分析，进一步假设：

$$G_t = \varphi - \alpha H_t \tag{41}$$

$$\pi_{t-1} = P_{t-1} + I_{t-1} \tag{42}$$

- 则有最优健康存量为：

$$H_t = \frac{\varphi}{D} - \frac{(1+r)}{D}P_{t-1} + \frac{(1+r)(1-\delta_{t-1})}{D}H_{t-1} + \frac{(1-\delta_t)}{D}H_{t+1} + \frac{1-\delta_t}{D}P_t \tag{43}$$

调整成本

- 式子 (43) 中 $D = \alpha + (1 - r) + (1 - \delta_t)^2$，并可以等价地写出总投资的方程：

$$I_{t-1} = \frac{\varphi}{D} - \frac{(1+r)}{D}P_{t-1} - \frac{(1-\delta_{t-1})[\alpha + (1-\delta)^2]}{D}H_{t-1} + \frac{(1-\delta_t)}{D}H_{t+1} + \frac{1-\delta_t}{D}P_t \tag{44}$$

- 式子 (43) 和 (44) 表明，第 t 期的健康存量还取决于 $t-1$ 期和 $t+1$ 期的内生变量，因此直接进行估计是有偏的
- 通过使用外生变量的领先一期和滞后一期的数据作为未来和过去存量的工具变量，可以得到一致估计量
- 因此，估计带有调整成本的模型至少需要三期数据

不确定性

- Grossaman(1972) 提到，可以通过假设每期消费者面临折旧率的概率分布来引入不确定性，消费者可能有动机在较低折旧率时持有过量的健康以预防不利损失
- Cropper(1977) 假设每期健康存量低于临界疾病水平的疾病发生是随机的，疾病状态下收入为 0，健康存量的增加能够降低疾病发生的概率，并假设储蓄为 0，消费者是风险中性的。主要结果是财富水平更高的消费者将维持更高的健康存量
- 之后的文献假设了风险厌恶行为，比如两期模型中，在第二期效用函数引入不确定性，$Y_2 = Wh_2(H_2, R) = F(H_2, R)$，其中 Y_2 是第二期的收益，h_2 是该期的健康时间，H_2 是健康存量，R 是随机项，且 $F_1 > 0$，$F_{11} < 0$，$F_2 > 0$。主要结果与 Grossman(1972) 基本一致

不确定性

- Dardanoni & Wagstaff(1987) 假设 $Y_2 = RH_2$，如果效用函数是绝对风险水平递减的，初始资产的增加会提高健康存量和医疗保健的最优数量
- 而 Selden(1993) 假设 $Y_2 = F(H_2 + R)$，且 $\partial^2 Y_2/\partial(H_2 + R)^2 < 0$，发现健康存量、医疗保健会随财富增加而减少
- Chang(1996) 指出，财富效应的符号取决于 F_{12} 的符号，如果 $F_12 > 0$ and $F_{11} = 0$，则财富效应为正。不过更加合理的是当 $F_{11} < 0$ 时，如果 $F_{12} < 0$，则财富效应为负；而 $F_{12} > 0$ 时财富效应的符号不确定
- Liljas(1998) 在多期投资-消费混合模型下考虑不确定性，以加法形式影响每期的健康存量，相比于确定性情况，随机情况下预期的健康存量更大，但实际的健康存量会更小，社会保险能够降低最优健康存量，而私人保险的作用则不确定

不确定性

- 总的来说，在考虑不确定性的健康需求模型中，健康存量的预期价值更大，总投资和医疗保健支出也更大
- 纯投资模型中，初始资产的增加可能导致健康和医疗保健的变化，但作用方向是不确定的
- 消费模型中，风险方差的增加使得最优医疗保健支出提高
- Grossman(2000) 提出可以采用以下假设来考虑不确定性，即考虑折旧率的概率分布，t 期健康存量为：

$$H_t = H_{t-1} + I_{t-1} - \bar{\delta}_{t-1} H_{t-1} + R_{t-1}$$

- 其中，$\bar{\delta}_{t-1}$ 表示折旧率的平均值（期望），$R_{t-1} = (\bar{\delta}_{t-1} - \delta_{t-1}) H_{t-1}$

- Grossman(2000) 曾经对 Zweifel & Breyer(1997) 的批评进行了详细的回应，而 Zweifel(2012) 在 Grossman 模型发表整整 40 年后又进行了一次评论
- Michael Grossman's Model(MGM)
- $\rightarrow$ Metro-Goldwyn-Mayer？好莱坞梦工厂
- MGM 如此优雅、鼓舞人心却不切实际
- 以下三篇评论文章 Zweifel(2012)、Kaestner(2012)、Zweifel(2013) 均来自期刊 *The European Journal of Health Economics*

一些仍成立的批评

- 固定长度的长期规划区间
  - 在健康问题上，这种长期规划可能并不适用，个体在经历疾病时或导致他们的规划视野缩短到几天甚至几分钟。MGM 否认了健康作为产出的固有随机性，通常预期寿命（的变化）与自报健康状态（的变化）不一致
- 健康投资的边际成本恒定
  - 总投资生产函数设定为 Cobb-Douglas 形式，暗含了健康消费支出 M 与自身健康努力成本 Th 之间保持固定的比例，由式子 (35) 这一比例为 $(1-K)/K$，但显然这一比例应随健康状态而变化。Galama & Kapteyn(2011) 通过设定医疗保健支出的阈值来间接避免这一问题，超过阈值的医疗保健支出会产生反向效果
- 恢复健康的能力
  - 既然个体能够通过自身努力来调节健康状态，为什么还会有死亡的发生呢——除非死亡是其最优健康存量（如自杀、杀幼婴等），家庭内自杀企图影响（Grossman,2001, 一位儿科医生）、堕胎对婴儿死亡率影响（Corman & Grossman,1985）、零健康纳什均衡（Bolin et al.,2002）

一种替代模型

- 个人生命由随机的健康日和疾病日组成，他们对第二天生病的概率 π 几乎没有影响
- 如果当下健康，可以通过投入时间进行预防性努力来增加第二天保持健康的概率 $(1-\pi)$，如果当下生病，必须依靠医疗保健消费来促进第二天变得健康
- “健康的时候并不在乎，一旦生病你将愿意牺牲一切来恢复健康”
- 状态的二元分布决定了从健康到生病的预期等待时间，考虑到边际收益递减，用于消费的时间与健康时间（等待时间）呈倒 U 形，这是个体的生产可能性边界（如图 6 所示）
- 生产可能性边界与无差异曲线能够确定最优的健康时间与消费时间
- 满足两个假设：（1）健康的损失比消费减少的影响更大；（2）位似偏好假设

一种替代模型

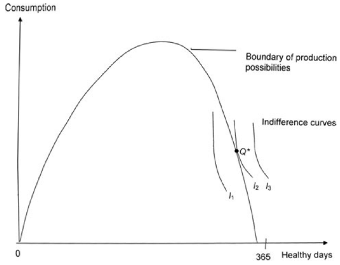

Fig. 1 Production possibilities and preference for health chances

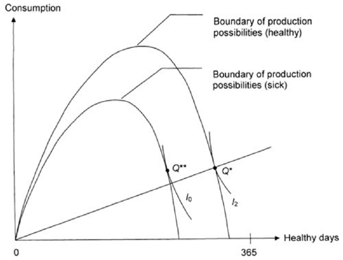

Fig. 2 State dependence in the production of consumption and healthy time

图 6: Zweifel & Breyer(1997) 替代模型

- 模型最优解一定位于峰值（由 $1/\pi$ 决定）右侧，由于假设（1），个体总是可以牺牲消费时间以换取更多健康
- 健康状态的消费 C 和健康概率 $(1-\pi)$（对应了医疗保健的投入）更大
- 健康偏好是稳定的

Kaestner(2012) 的评论

- Zweifel(2012) 仅考虑事后的医疗保健支出，而 MGM 考虑的是事前的医疗保健投资
- Zweifel(2012) 认为（事后）医疗保健并不能改善健康，是基于一项不明确的实证研究（即 Wagstaff,1986），这种选择性的文献阅读，是“unjustified and disingenuous”
- Zweifel(2012) 的第一个批评，认为健康调整仅仅是短期行为，忽略了前瞻性健康投资的存在，是不合理的
- Zweifel(2012) 的第二个批评，认为健康投资的边际成本会因疾病而增加，Grossman(2000) 已经指出，即使考虑边际成本递增，也不影响 MGM 主要结论，而仅影响健康的最优路径
- Zweifel(2012) 的第三个批评，则仅仅是 MGM 的一个特例，最优的“死亡”追求可以认为是外生变量折旧率导致的，这依然是 MGM 模型的基本观点

Kaestner(2012) 的评论

- Zweifel(2012) 认为健康主要是随机过程的结果，事后的医疗保健仅是一种消费形式
- 基于这种观点的模型，只能够解释健康差异来自随机的生物冲击和疾病后恢复健康能力的差异，由于健康保险的广泛获取使得后者差异较小，因此这一模型几乎不能解释按社会经济地位观察到的健康差异
- 但在 MGM 中区分事前健康投资和事后健康消费也是重要的，如可以设定

$$H_{t+1} = H_t + \pi_t I_t - \delta_t H_t - \rho_{t+1}(I_t)\lambda_{t+1}(m_{t+1})H_t \tag{45}$$

- 其中 π 表示将投资转化为健康的系数，δ 表示折旧率，$\rho(\cdot)$ 表示不良健康事件的概率，由总投资决定；$\lambda(\cdot)$ 表示不良健康时间导致的健康存量损失，由事后医疗保健 m_{t+1} 决定

Zweifel(2013) 的回应

- Kaestner(2012) 的评论以一系列预防性健康行为举例，但这些行为在面临疾病时可能发生改变，不遵从 MGM 的长期规划
- MGM 是一个同时解释个人健康努力和医疗保健支出的双因素模型
- 普通人的观点是“生病时才需要看医生”，这表明生病时医疗服务的替代弹性为 0
- 数据显示，当面临严重疾病（或临终）时，个人的健康总投资并不会减少反而迅速增加，这与 MGM 预测不符
- 死亡时间是医疗保健支出的主要驱动因素，尤其是在生命末期
- Scientific debate, at least in the view of this writer, revolves around consistency in theorizing and, most importantly, empirical evidence.
- Yet economic theorizing that is seriously at odds with the common man’ s view is unlikely to stand the test of time.