

# 쌍곡선 할인과 선호역전<sup>1)</sup>

신성휘<sup>2)</sup>

논문초록

이 글은 이 시간 간 선택의 문제에서 나타나는 선호 역전의 문제를 다룬다. 이에 대한 설명으로서 쌍곡선 할인과 유사 쌍곡선 할인의 개념을 소개한다. 선호 역전과 관련된 실험 결과도 소개한다.

---

1) 미완성 원고입니다. 인용을 삼가주시면 감사하겠습니다.

2) 서울시립대학교 경제학부 교수

## I. 서론

월터 미셸(Walter Mischel) 스탠포드대 교수와 제자들은 4세 아이들을 대상으로 다음과 같은 실험을 하였다. 아이들은 오레오(Oreo) 과자 한 개를 지금 먹거나 방 안에서 15분 기다렸다가 오레오 과자 2개를 먹는 것 중 하나를 선택해야 한다. 아이들은 방안에 혼자 남겨져 책상위의 마시멜로 1개를 바라보다가 먹든지 15분을 기다리든지 해야 한다. 유혹을 참기 힘든 환경이다. 이 실험에 참여한 아이들 중 약 절반은 주의를 과자가 아닌 다른 데 기울임으로써 15분을 참아냈다. 10년 후 이 아이들을 대상으로 성과를 평가해 본 결과 15분을 참은 아이들은 인지 과업(cognitive tasks)에서 실행제어(executive control) 능력이 높았으며 약물중독에 빠질 위험성이 낮았다. 또한 지능도 뛰어난 것으로 나타났다.

사람들은 종종 즉각 얻는 소액(Smaller Sooner SS)의 보상과 얼마간 후의 큰(Larger Later: LL) 보상 간의 선택의 문제에 직면한다. 이 선택의 문제에서 종종 즉각 얻는 소액의 보상을 선택한다. 예를 들어 담배를 끊으면 장기적으로 볼 때 건강에 좋다는 것을 알고 있으면서도 즉각적인 흡연의 즐거움을 선택한다. 오늘 할 일을 내일로 미루지 않는 것이 장기적으로 좋다는 것을 알면서도 현재의 안일함을 위해 내일로 미루는 경우가 많다. 사람들은 일반적으로 조급한 것이다.

반면 선택 대상에 즉각적인 만족의 옵션이 포함되지 않는 경우는 다르다. 일정 기간이 경과한 뒤의 SS 옵션과 LL 옵션 간의 선택인 경우에는 다른 선택이 종종 관측된다. 예를 들어 1년 후에 담배를 끊을지 여부를 결정하는 경우에는 1년 후에 담배 끊기를 선택하는 경우가 많다. 그렇지만 막상 1년이 지나 담배 끊기를 실행할 시점이 닥치면 담배를 끊지 못하는 경우가 많다.

지금 당장 SS 옵션과 LL 옵션 사이의 선택에 직면하면 SS 옵션을 선택하는 경우가 많지만 1년이나 2년 후의 SS 옵션과 LL 옵션 사이의 선택에 직면하면 LL 옵션을 선택하는 경우가 많다. 이러한 현상을 대기 시간에 따른 선호 역전현상 또는 충동적 선호 역전 현상(impulsive preference reversal) 이라 한다. 단순한 예로 당장의 십만원과 하루 뒤의 십만 천원 간에 선택하라고 하면 당장의 만원을 선호하는 경우가 많다. 반면 1년 뒤의 십만원과 1년 1일 뒤의 십만 천원 간에 선택하라고 하면 1년 1일 뒤의 십만 천원을 선택하는 경우가 많은 것이다.

## II. 쌍곡선 할인

이러한 현상은 사람들의 현재가치(present value) 함수와 시간 할인율(time discount rate)의 형태를 가지고 설명할 수 있다. 시간 할인이란 내일의 1원이 현재의 1원에 비해 현재가치가 작게 평가되는 현상을 말한다. 시간 할인율이 높을수록 내일의 1원의 가치는 현재 가치로 환산할 때 작아진다.

$D$ 기 말 받는 1원의 1기 초(시점 0) 현재가치 함수를  $f(D)$ 로 표시하자.  $D+1$ 기의 시간 할인율은  $D$ 기 말과  $D+1$ 기 말 사이에 현재가치의 감소율로서  $\frac{f(D)-f(D+1)}{f(D+1)}$ 로 정의될 수 있

다.

지금 당장 SS 옵션과 LL 옵션 사이의 선택에 직면하면 SS 옵션을 선택하는 것은 지금 당장의 시간할인율이 큰 것으로 해석될 수 있다. 반면 1년 후의 SS 옵션과 1년 1일 후의 LL 옵션 사이의 선택에 직면하여 LL 옵션을 선택한다면 그것은 1년 동안의 평균적인 시간할인율이 작은 것으로 해석될 수 있다.

이러한 현상은 경제학자들이 통상 상정하는 지수적 할인율(exponential discount rate)과 이를 적용한 현재가치 함수와는 부합하지 않는다. 왜냐하면 각 기의 지수적 할인율은 지금 당장이나 1년 후나 동일하기 때문이다.

$D$ 기 후의 1원의 현재가치를 나타내는 현재가치 함수를  $f(D)$ 로 표시하자. 지수적 할인율을  $\rho$ 라 할 때 현재가치 함수는  $f(D) = \frac{1}{(1+\rho)^D}$ 이다. 예를 들어 1기 말 1원의 1기 초 현재가치

는  $\frac{1}{1+\rho}$ 이다. 따라서 1기 초(시점 0)에서 1기 말로 시간이 흐르면 1기 말에 1원의 현재가치

는  $f(1)$ 에서  $f(0)$ 로 증가한다. 따라서 시간이 흐름에 따른 1원의 현재가치의 변화율은

$\frac{f(0)-f(1)}{f(1)} = \frac{1-1/(1+\rho)}{1/(1+\rho)} = \rho$ 이다. 이는 1기에서의 현재가치의 변화율로서 1기의 시간할인

율을 의미한다.  $D$ 기의 현재가치의 변화율도

$\frac{f(D-1)-f(D)}{f(D)} = \frac{1/(1+\rho)^{D-1} - 1/(1+\rho)^D}{1/(1+\rho)^D} = \frac{1+\rho-1}{1} = \rho$ 이다. 이로부터  $D$ 기의 현재가

치의 변화율인  $D$ 기의 시간 할인율은 대기 기간  $D$ 와 관계없이  $\rho$ 로 일정함을 알 수 있다.

기다리는 시간이 길어짐에 따라 당해 기간의 시간할인율이 낮아지는 것은 사람들이 다음과 같은 쌍곡선 현재가치 함수를 갖는다고 가정하면 설명될 수 있다. 현재가치 함수가 다음과 같은  $D$ 에 관한 쌍곡선 함수라 하자.

$$f(D) = \frac{1}{1+D}$$

그러면 이 현재가치의  $D$ 기의 변화율은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\frac{f(D-1)-f(D)}{f(D)} = \frac{1/D-1/(1+D)}{1/(1+D)} = \frac{1}{D}$$

이로부터  $D$ 기와  $D+1$ 기 사이의 시간할인율(또는 시간선호율)이 대기 시간  $D$ 의 쌍곡선 함수로 주어짐을 알 수 있다. 따라서 쌍곡선 할인의 경우 대기 시간  $D$ 가 커짐에 따라 당해 기간의 시간할인율이 감소함을 알 수 있다.

지수적 할인율은 대기 시간  $D$ 와 관계없이 일정하다. 대기 시간  $D$ 가 작을 때는 쌍곡선 할인율이 지수적 할인율 보다 크지만 대기 시간  $D$ 가 커지면 쌍곡선 할인율이 지수적 할인율 보다 작아진다. 이는  $D$ 가 작을 때는 지수적 할인의 경우 보다 쌍곡선 할인의 경우에 현재가치가 작지만  $D$ 가 클 때는 지수적 할인의 경우 보다 쌍곡선 할인의 경우에 현재가치가 더 크음을 의

미한다. 즉, 쌍곡선 할인의 경우, 지수적 할인에 비해 대기 시간이 작을 때는 현재가치가 급격히 하락하지만 대기 시간이 길어지면 상대적으로 느리게 하락한다.

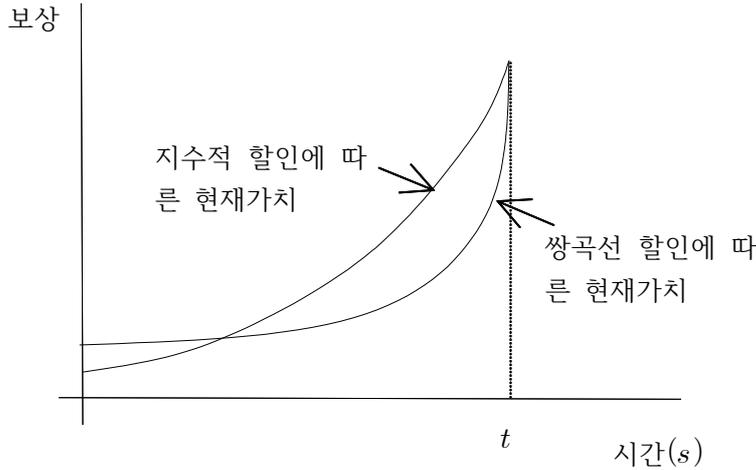


그림 1 쌍곡선 할인에 따른 현재가치는 대기시간( $t-s$ )이 짧을 때 급격히 하락하다가 대기시간이 길어지면 완만히 하락한다. 반면 지수적 할인에 따른 현재가치는 대기시간이 커질 때 대기 시간과 관계없이 일정율로 하락한다.

쌍곡선 현재가치 함수의 경우 시간할인을 함수도 쌍곡선 함수이다. 이 경우 대기 시간이 길어짐에 따라 시간할인율이 점차 감소한다. 따라서 이러한 시간할인율 함수를 사용하면 대기 시간에 따른 선호 역전 현상을 설명할 수 있다.

예를 들어  $D$ 기 후의 1원의 현재가치가 다음과 같은 쌍곡선 함수로 주어진다고 하자.  $f(D) = \frac{1}{1+D}$ . 이 경우  $D$ 기의 시간할인율 함수는  $\frac{1}{D}$ 이다. 이를 표로 나타내면 다음과 같다.

$D$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$f(D)$	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{12}$

표 1 쌍곡선 현재가치 함수

따라서 당장의 100만원과 1기 후의 110만원을 비교하면 당장의 100만원이 더 큰 현재가치를 갖는다:  $100/1 > 110/2$ . 반면 9기 후의 100만원과 10기 후의 110만원은 현재가치로 환산하면 동일하다:  $100/10 = 110/11$ . 그리고 10기 후의 100만원과 11기 후의 110만원을 비교하면 11기 후의 110만원이 더 큰 현재가치를 갖는다:  $100/11 < 110/12$ .

이러한 선호 역전 현상은 다음의 그래프로도 설명할 수 있다. SS 옵션은  $t$ 시점에 작은 금액

을 받는 옵션이다. 반면 LL 옵션은  $t'(>t)$ 시점에 큰 금액을 받는 옵션이다. SS 옵션의 대기 시간이  $t$ 로 길 때에는 SS 옵션의 현재가치 보다 LL 옵션의 현재가치가 더 크다. 시간( $s$ )이 흘러  $t^*$  시점을 통과하면 SS 옵션의 대기 시간  $t-s$ 이 짧아짐에 따라 SS 옵션의 현재가치가 LL 옵션의 현재가치 보다 더 커진다.

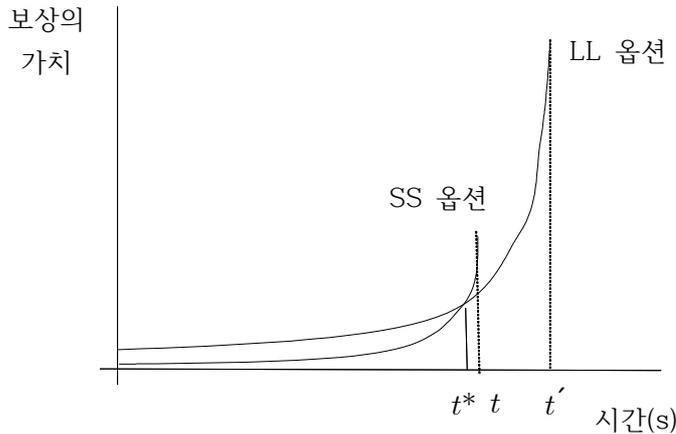


그림 2 선호역전 현상: 대기시간 ( $t-s$ )가 클 때는 SS옵션 보다 LL옵션의 가치가 크다가 대기시간이 ( $t-t^*$ )보다 작아지면 LL옵션 보다 SS옵션의 가치가 커진다.

### III. 유사 쌍곡선 할인 (quasi-hyperbolic discounting)

Phelps and Pollack(1968)에 의해 처음 제안되었고 Elster(1979), Laibson(1997)에 의해 개인의 행태 연구에 사용된 현재가치 함수는 다음과 같다.

현재가치 함수  $f(D)$

$$f(D) = \begin{cases} R & D=0 \\ \beta\delta^D R & D>0 \end{cases}$$

여기서  $R$ 은 보상(reward) 금액을 표시하며  $0 < \beta < 1, \delta \leq 1$ 이다.  $\beta < 1$ 이므로 장래 보상은 당장의 보상에 비해 일률적으로 저평가된다. 이 파라미터가 개인의 참을성을 나타내는 인자이다. 파라미터  $\delta$ 는 경제학에서 전통적으로 사용되는 지수적 할인 인자이다.

이러한 유사 쌍곡선 할인 함수를 통해서도 충동적 선호 역전 현상은 설명될 수 있다. 아래 그래프에서 LL 옵션의 대기시간이  $t$ 인 경우에는 LL 옵션이 SS 옵션 보다 높게 평가된다. 시간이 흘러  $s=t$ 시점에 이르면 SS옵션의 가치가 LL옵션의 가치 보다 높게 평가된다. 선호가 역전되는 것이다.

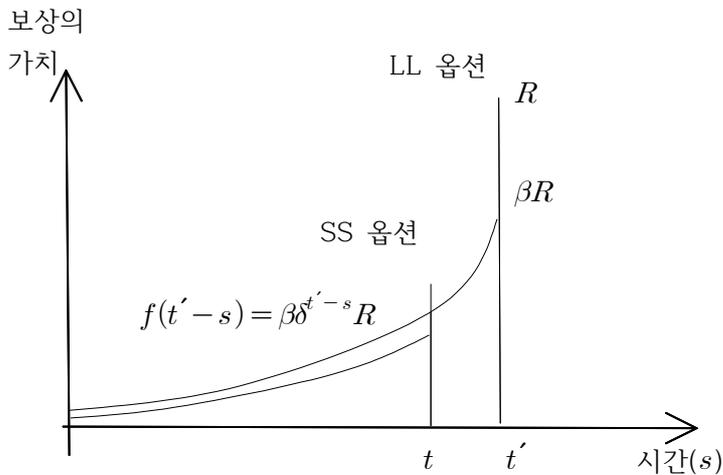


그림 3 유사 쌍곡선 현재가치 함수의 그래프

#### IV. 이중 자아: 변연계 대 전전두엽 피질

McClure et al.(2004)는 단기적인 조급성(impatience)은 대뇌 변연계에 의해 야기되며 즉각적인 보상에 선택적으로 반응하는 반면 장기적인 참을성(patience)은 측면 전전두엽 피질 및 이와 연계된 조직에 의해 중개된다고 상정하였다.<sup>3)</sup> 이러한 가설을 입증하기 위해 그들은 기능적 자기공명촬영장치(fMRI: functional Magnetic Resonance Imaging)를 이용하여 피실험자들의 선택과 뇌의 반응을 관찰하였다. 그 결과 다음의 세 가지 사항이 관찰되었다.

첫째, 당장의 SS 옵션이 포함된 경우의 선택 시 대뇌 변연계(limbic system)가 많이 활성화되는 것으로 관측되었다. 둘째, 대기 시간이 0이든 2주일이든 한 달이든 상관없이 전전두엽 피질이 비슷한 수준으로 활성화되는 것으로 나타났다. 셋째, LL 옵션 선택시 측면 전전두엽 피질(lateral prefrontal cortex)이 많이 활성화되는 것이 관찰되었다.

이러한 관찰결과는 유사 쌍곡선 할인인 가설을 지지하는 것으로 해석될 수 있다. 즉 대뇌 변연계는 참을성 계수  $\beta$ 와 관계되는 영역( $\beta$ -영역)에 해당하고 전전두엽 피질은 지수적 할인인자  $\delta$ 와 관계되는 영역( $\delta$ -영역)에 해당한다고 볼 수 있다.

대뇌 변연계는 포유류 초기의 뇌에 해당하며 충동적 행동과 관계가 있는 것으로 알려져 있다. 반면 전전두엽 피질은 계산이나 평가와 같은 사고 능력과 관계가 있는 것으로 알려져 있다.

사람의 의사결정은 내부적으로 변연계와 전전두엽 피질이 서로 경합하는 가운데 이루어지는 것으로 보인다. 변연계의 활동이 우세하면 충동적이고 조급한 선택이 이루어지고 전전두엽 피질의 활동이 우세하면 이성적이고 참을성 있는 선택이 이루어지는 것이다.

#### V. 절제의 미덕

3) "Separate Neural Systems Value Immediate and Delayed Monetary Rewards", *Science* 306, 503 (2004); Samuel M. McClure, et al.

쌍곡선 할인은 충동적 선호 역전 현상을 야기한다. 충동적 선호 역전은 담배나 알코올, 컴퓨터 게임 등에서의 중독이나 탐식에 따른 비만 등을 설명할 수 있다. 그러나 현실에서는 많은 사람들이 약물에 중독되지 않으며 탐식의 유혹에 빠지지도 않는다. 이는 어떻게 설명할 수 있을까? George Ainslie는 충동적 유혹에 빠지지 않는 방법으로 두 가지 기제를 제시하였다.

하나는 당장의 작은 이득과 장래의 큰 이득 간의 선택 문제를 여러 개 묶어서 선택하도록 하는 것이다. 예를 들어 매 주말에 SS 대 LL 피자 조각 간의 선택 문제를 다섯 번에 걸쳐 선택하는 경우 보다 한 번의 선택이 향후 5주간의 선택을 좌우하도록 하는 경우에 LL 옵션을 선택하는 빈도가 높아진다.

이 경우 쌍곡선 할인 곡선이 대기시간이 길어지면 천천히 감소하는 성질로 인해, 여러 번의 선택문제가 하나로 묶여질수록 LL 옵션의 묶음의 가치가 SS 옵션 묶음의 가치에 비해 더 높아진다. 이에 따라 묶음으로 여러 개의 선택 상황이 한꺼번에 제시될 때 충동적 선호 역전 현상이 사라질 가능성이 많아진다.

다른 하나는 당장의 작은 이득과 장래의 큰 이득 간의 선택 문제가 한번으로 그치는 것이 아니라 앞으로 계속 반복될 것이라는 점에 대해 행위자가 명확히 인식하는 경우이다. 이번 한 번의 선택으로 끝나는 일회성의 선택이 아니라 계속 반복되는 선택인 것을 인식하는 경우, 현재의 선택은 다음 번의 선택에 대한 전조(precedent)가 될 수 있음을 깨닫게 된다. 예컨대 담배를 끊지 않고 피우는 선택은 다음 번에도 담배를 피울 것이라는 점을 예견케 한다. 현재의 선택은 현재의 선택으로 끝나지 않고 다음 번의 선택에 대한 선례 내지 전조 (precedent)로서 기능할 수 있다. 현재의 선택은 현재의 선택으로 끝나는 것이 아니라 앞으로 반복되는 선택 상황에서 계속 반복될 가능성이 높기 때문이다. 이를 인식하게 되면 현재의 선택에 대해 더욱 신중해지게 된다. 그리고 당장의 작은 이득과 장래의 큰 이득 간의 선택 문제에서 장래의 큰 이득을 선택하게 된다.

충동적인 선호 역전 현상과 이중 자아 이론은 성경의 로마서 8장 5절-6절을 상기시킨다. “육신을 따르는 자는 육신의 일을, 영을 따르는 자는 영의 일을 생각하나니 육신의 생각은 사망이요 영의 생각은 생명과 평안이니라.” 여기서 육신은 충동적인 대뇌 변연계를 통해 작용하고 영은 대뇌 전전두엽 피질을 통해 작용한다고 볼 수 있다. 그러므로 육신을 좇지 않고 영의 생각을 좇을 때 충동의 유혹을 통제할 수 있고 이성적인 판단을 내려 바른 선택을 할 수 있는 것이다.

#### 참고문헌

Elster, Jon, (1979), *Ulysses and the Sirens: Studies in Rationality and Irrationality*. Cambridge, UK: Cambridge U. Press.

Laibson, David. (1994). “Essays in Hyperbolic Discounting,” Ph.D. dissertation, MIT.  
———. 1997. “Golden Eggs and Hyperbolic Discounting,” *Quart. J. Econ.* 112, 443-77.

Samuel M. McClure, David I. Laibson, George Loewenstein, Jonathan D. Cohen, (2004), “Separate Neural Systems Value Immediate and Delayed Monetary Rewards”, *Science* 306, 503-507.

Phelps, E. S. and Robert Pollak. (1968). "On Second-Best National Saving and Game-Equilibrium Growth," *Rev. Econ. Stud.* 35, 185-99.

논문제목 : 쌍곡선 할인과 선호역전

권명중(연세대 교수)

논평

<논문요약>

1. 이 논문은 작은 액수의 보상을 바로 얻는 것과 큰 액수의 보상을 일정 시간이 흐른 후에 얻는 것의 선택문제에 대해서 사람들이 소액의 보상을 선택하지만, 현재시점에서 시간이 일정 시간이 흐른 후에 작은 액수의 보상과 큰 액수의 보상에 대한 선택을 결정할 때는 큰 액수의 선택을 하는 문제(즉 선호가 역전되는 문제)를 분석한다.

2. 이와 같은 선호역전은 사람들이 미래가치를 현재가치로 바꾸는 할인율이 어느 시점에서나 동일한 지수할인율에서는 일어나지 않고, 시간이 지나면서 할인율이 점점 작아져서 시간이 지날수록 미래가치가 높게 평가되는 쌍곡선 할인율에서 일어난다. 따라서 사람들이 선호유지 선택을 할 것인지 아니면 선호역전의 선택을 할 것인지는 사람들의 현재와 미래가치에 대한 선호체계, 다시 말해서 현재와 미래가치에 대해 어떤 할인율의 함수를 가지는가에 달려 있다.

3. 논문에서는 사람들이 쌍곡선 할인율 함수를 가지는 경우에도 소액이지만 바로 보상을 받는 선택을 할 것인지, 아니면 시간이 걸려서 보상을 받더라도 거액의 보상을 받는 선택할 것인지는 개인의 뇌를 구성하고 있는 변연계와 전두엽의 발달이나 활성화의 정도에 의해서 결정된다고 설명한다. 예컨대, 대뇌의 변연계가 발달되어 있으면 조금해서 소액이지만 바로 보상받는 선택을 하기 쉽고, 전전두엽이 발달되어 있으면 거액을 차후에 보상을 받는 선택을 하기 쉽다.

<comments>

1. 지수할인과 쌍곡선 할인 중 어떤 것이 실제로 인간본성을 반영하는지에 대한 실증자료가 보강된다면 더 설득력이 있는 논문이 될 것으로 생각된다. 예컨대, 성경에서 인간에 대한 비유로서 언급되는 양은 기본적으로 ‘근시안

(myopic)'이다. 근시안은 공간적으로는 바로 자기 앞 근접거리 밖에 보지 못하는 것을 의미하고, 시간적으로는 미래를 보거나 고려할 수 없어서 현재 이후의 미래의 가치가 10년이든 100년이든 동일하게 간주된다는 것을 의미한다. 이와 같이 인간이 양과 같이 '근시안(myopic)'이라면 인간의 할인율 함수는 쌍곡선 함수보다는 지수할인함수에 더 가까울 수도 있다.

또, 전체 인간 중에 기독교인은 현세뿐만 아니라 현세 이후의 천국의 삶에 대한 가치를 더 크게 생각하기 때문에 기독교인의 시간 할인율 함수는 시간이 지나갈수록 시간의 할인율이 작아지는 쌍곡선 할인함수를 가진다고 생각한다. 이런 함수를 가지더라도 조급한 선택을 할 수도 있기 때문에 저자가 주장하는 바와 같이 육신을 쫓지 않고 영의 생각을 따르는 믿음의 생활을 강건히 해야 한다는 주장은 유효한 것으로 판단된다.

2. 선택역전의 윤리문제를 생각해 보면, 조급한 선택 중에서 부정적 효과를 나타내는 담배나 알코올, 컴퓨터 게임의 중독, 음식에 대한 탐닉 등의 선택도 있지만, 조급한 선택 중에서 빠른 수술이나 치료와 같은 긍정적 효과를 나타내는 경우도 있다. 따라서 선택역전 윤리적 판단은 선택적으로 언급될 필요가 있다.