

# 치과 치료 방법에 대한 의사결정론의 적용 (치주치료를 중심으로)

연세대학교 원주의과대학 치과학교실

교수 이 승 원

## ABSTRACT

### Application of decision making theory to the treatment alternatives for the treatment of chronic periodontitis

DDS, LDS, Odont Dr

Department of Dentistry, Wonju College of Medicine, Yonsei University

The purpose of this paper was written for understanding of decision making theory and the mathematical approach for the decision making of treatment alternatives to the treatment of chronic periodontitis. For description of decision making theory and application, one clinical example of subcranial aneurysm was utilized and analyzed.

Clinical decision regarding the selection of appropriate treatment among treatment alternatives is a multi-factorial process involving the assimilation of information from clinical experiences, relevant research, and patient preferences for anticipated outcome. The benefits of the treatment are greatly influenced by medical resources as well as biological, socioeconomical cost. Little information concerning the factors influencing the decision is available; that which is not objective or quantitative can not be used in decision making by clinician. Economics, individual compliance, and treatment needs should be properly identified for each individual. In order to select the treatment which is most beneficial for the patient, a rational, systematic approach to decision making is needed. Thus the theory of decision making can be applied for the clinical decision making process leading to the selection of the most reasonable and acceptable treatment option for clinician and patients themselves.

## 1. 서 론

환자의 첫 내원과 함께 치과의사들은 검사에서 치료 완료까지 치과의사의 치의학적 지식을 기반으

로 하여 의사결정을 하게 된다. 이때 두 단계의 중요한 과정이 있다. 첫째, 질환에 대한 의학적 지식을 기초로 하여 진단을 위한 의사결정을 하는 것이며, 둘째는 질환의 예후와 다양한 치료 방법의 효

과에 대한 의학적 지식을 기반으로 하여 치료 방법에 대한 의사결정이다 (Wulff 1981 a). 그러나, 진단 및 치료에 관한 의사결정은 의학적 지식뿐만 아니라, 관련 당사자들의 태도와 가치 그리고 경제적 자원에 의해 결정된다. 의료 분야의 의사결정은 주관성(subjectivity)이 내포되어있어, 같은 임상적 문제라 할지라도 엄격히 다른 결과를 초래할 수 있는 진단과 치료 방법의 차이가 생긴다. 이러한 의사결정에 대해 의사결정론은 의사결정을 올바르게 예측하기 위하여, 여러 관점에서 의사결정의 오류를 최소화 하고 최대의 효용가치를 높이기 위해 의사결정을 다각도로 연구하고 있는 분야이다. 현대의학에서 의사결정론은 의료행위의 정당성을 확보하기 위하여 이에 대한 연구가 광범위하게 진행되고 있고 하나의 연구분야로 활성화되고 있다. 뿐만 아니라 치과의료 분야에서도 의료 서비스의 수요자 중심으로 의료시스템을 구축하기 위하여 의사결정론의 적용이 시도되고 있다.

의사결정은 여러 가지 선택 가능한 치료방법 중 반드시 한가지를 선택을 해야 할 때 적용된다. 의사결정에는 두 가지 중요한 구성요소가 있는데, 첫 번째는 선택 가능한 행동을 특성화하고 두 번째는 각각 선택한 행동에서 가능성 있는 결과를 확인하는 것으로 구성되어 있다. 각 의사결정에 대해서는 어떤 결과들이 행위자의 의지와는 상관없이 다양하게 발생되고, 이를 감수하면서 받아들여야 하는 것은 의사결정자로서의 환자 당사자이다. 그래서 점점 환자중심의 의사결정이 중요시 되고 있는 현대 의료 서비스에서 의사결정의 수치적인 접근은 보다 객관화 할 수 있도록 도와 줄 뿐만 아니라 환자 당사자들이 결과에 대한 다양한 가능성을 확인할 수 있도록하여 환자들의 주체적인 의사결정에 많은 기여를 하고 있다. 많은 치과진료도 이와 같은 의사결정의 테두리에 속해 있기 때문에 본 논문에서는 의료 분야에서 의사결정론이 어떻게 사용되는지, 이론과 함께 예시를 들어 설명하여 그 응용과 함께

치과분야의 의사결정론에 관한 계속적인 연구 시리즈의 이해를 돕기 위해 서술되었다.

## 2. 치료 행위의 철학적 목표

대부분의 치료의 목적은 현실적으로 질환 진행의 차단에 있다. 이를 위해 제한된 의료 자원을 포함한 경제적 자원 내에서 최소한의 비용으로 가능한 많은 환자에게 최대한의 이익이 돌아가야 한다는 공리주의적 결정행동 (Bentham & Mill, Act utilitarianism : action which is thought to produce the greatest happiness for everybody concerned) 을 근거로 하고 임상가의 윤리적 의무 (Deontological ethics)를 의사결정에 기본적 전제로 한다면, <<임상가는 결정 행위의 결과의 효용성을 고려하여 의사결정 행위의 기대 효용가치를 최대화 하여야 한다(to try to maximize the expected utility of his actions).>>는 행동지침을 세울 수 있을 것이다. 이것은 윤리적 의무를 양심적 범주 (categorical imperative)로 하는 환자 지향 공리주의적 (Patient-Oriented Utilitarianism) 전제하(Mackie 1976, Brody 1976)에 의사결정이 이루어지면 의료 서비스가 공공성이라는 철학적인 전제조건에 부합될 것이다.

## 3. 의사결정나무의 구성과 해석

### 3.1. 의사결정나무의 구성-문제의 규정, 선택 가능한 행위 그리고 가능한 사건의 발생

의사 결정은 선택과 관련된 문제에 적용되는데, 의학분야의 적용에 대해 Pauker와 Kassirer (1980)는 치료여부, 진단행위의 여부, 예방적 방치 등의 의료 행위의 선택 문제에서 결정행위의 극치 모형을 개발하였다. 의사 결정에는 두 가지 중요구성요소가 있는데, 첫 번째는 선택 가능한 행동을 특성

화하고 두 번째는 각각 선택 가능한 행동에서 가능성 있는 결과를 확인하는 것이다. 의사결정의 이해를 돕기 위해 사용되는 방법으로 의사결정나무를 구성하게 되는데, 의사결정나무에서 가지가 갈라지는 점을 절(node)이라고 부른다. 결정자가 제어할 수 있는 지점을 결정절(decision node)이라 하며, 결정자를 제어 할 수 없고 사건발생이 확률적으로 발생하게 되는 지점을 확률절(probability node)이라 한다. 의사결정 나무를 만드는 그 다음 단계는 각각 확률절에서 분지하는 가지에 대해 확률을 부여하는 것이다.

의사결정 문제를 규정하는 마지막 단계는 효용가치(utility)를 각 결과에 부여하는 것이다. 결정절 이후의 의사결정에 소요되는 경제적, 생물학적 비용 등이 상대적인 가중치로 효용가치를 증감시킴으로써 이를 민감도 분석을 통해 그 정확도를 표현한다. 결정나무의 실제적 분석은 각 결과의 효용가치와 각 의사결정의 확률을 결합시켜 분석한다.

그래서, 왼쪽 중앙 뇌혈관에 7mm 동맥류를 가진 45세의 뇌막 하 동맥류 여자환자를 예를 들면, 임상적으로 수술을 하지 않으면, 동맥류의 파열 여부가 발생하며, 파열이 되면 동맥하 출혈로 이어진다. 그 결과는 죽음, 불구, 혹은 회복일 것이다. 수술을

하는 것으로 결정한 경우, 사망, 불구 혹은 성공 등의 결과가 발생할것이다(그림 1).

### 3.2. 각 분지의 확률 결정

언급된 임상 예에서 수술을 시행하지 않으면, 동맥류의 파열 확률을 확률절(○)에서 분지된 각 분지에 대하여 확인하고, 그 이후 동맥류가 파열되면, 사망, 불구 그리고 회복의 사건이 발생할 것이고 모든 사건에 대한 확률을 정한다. 수술인 경우의 의사결정은 가능성 있는 결과를 규정하고 각각의 확률을 정한다.

의사결정나무를 위한 확률을 결정하기 위해, 의학문헌을 조사하여 다음과 같은 정보를 고려할 필요가 있다.

- (1) 파열위험은 환자의 수명 기대치와 나이에 달려있다. 그리고 환자의 생존시의 파열위험은 동맥류의 크기가 작으면, 위험이 작을 것이다. 환자의 생존시의 파열위험은  $1-(1-R)^L$ 이라는 수식에 근접한다.  $R$ 은 연간 위험률이고,  $L$ 은 평균수명이다. 7mm 동맥류를 가진 45세의 여성에 대해서는 수술 없이 파열될 연간 위험은 1%이고 예상수명( $L$ )은 35년이다 그러므로, 일생 위험은 0.29이다.
- (2) 뇌혈관 출혈로 인한 사망률은 높아 약 55%에 달

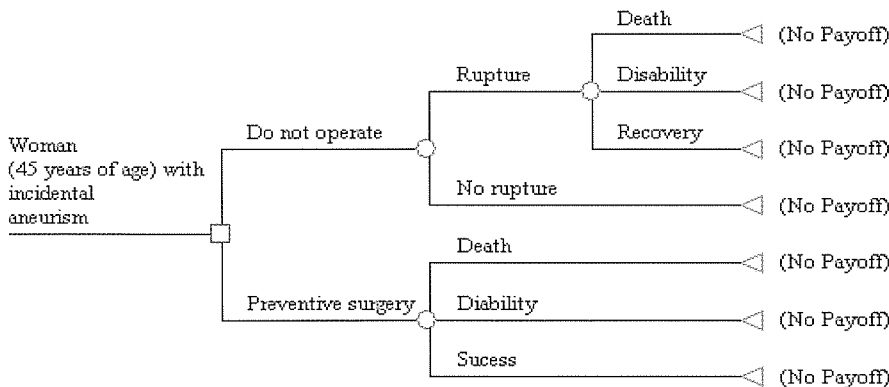


그림 1. 동맥류 임상예의 의사결정

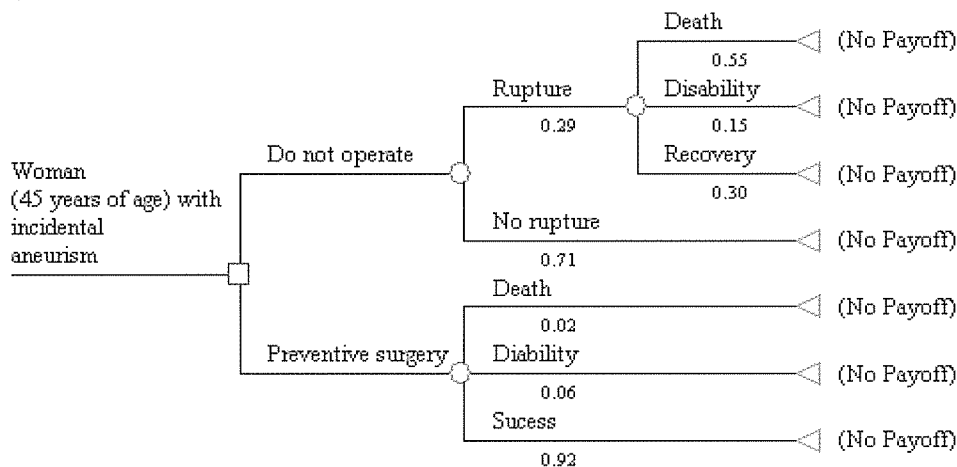


그림 2. 의사결정나무에 부여된 각 사건 발생 확률

한다.

- (3) 뇌혈관 출혈로 인한 심각한 불구가 될 확률은 높아 약 15%로 추정된다.
- (4) 수술로 인한 사망 확률과 불구 확률은 파열된 동맥류에 비해, 아주 낮아 각각 2%, 와 6%에 이른다.
- (5) 단기간과 장기간위험에 대한 환자들의 태도도 고려하여야 한다. 수술은 즉각적인 위험을 갖고 있어, 파열은 평균적으로 남은 수명기대치의 반 정도 경과된 후 일어난다.

위의 확률을 결정나무의 분지에 각각 부여한다 (그림 2).

### 3.3 각 결과의 유용가치(utility)의 결정

의사결정 결과가 비용, 생존년수 등 수치 변수인 경우 유용가치로 사용할 수 있다. 그러나 수치를 가지고 있지 않는 경우 임의적으로 유용가치를 설정하여 부여한다. 이 예에서, 사망에 부여한 유용가치 0에서 완전한 건강을 나타내는 100까지 각 결과에 대해 유용가치의 특성인 구간척도를 만든다. 예를 들면, 이 구간 내에 수술 후 불구상태를 75라는 임의적인 가치를 부여한다. 이러한 결정이 전적으로 절대적일 필요는 없기 때문에 (구간척도의 증명

참고), 불구에 대해 다른 수치를 부여할 수 있다. 예를 들면, 불구가 심한 경우, 죽는 것과 같은 것으로 생각하여 75가 아닌 10이나 20을 부여할 수 있다. 이런 이유로, 주관적 결과라는 용어를 사용한다. 이와 같이 주관적 효용가치를 임의적으로 정할 수 있으나, 게임 이론(game theory)에 의거하여 의사결정자의 무차별 극치 모델로 결정할 수 있다.

예를 들어, 그냥 50\$을 얻을 경우와 이기는 확률이 0.5인 경우 100\$의 상금을 얻을 수 있는 게임을 한다고 가정하자. 게임을 할 때의 기대치는  $0.5 \times 100\$ = 50\$$ 로 그냥 50\$을 얻을 경우와 같다. 만일 이런 기대치의 게임을 하지 않고 그냥 50\$을 가지고, 이길 확률을 0.5에서 0.6으로 증가시키면, 기대치는 60\$가 되어 그냥 50\$보다 10\$가 증가한다. 또 다시 게임을 하지 않고 50\$을 고수하면, 확률을 한층 올려, 0.7까지 증가시킬 때, 게임을 할 것인지, 상금을 그냥 가질지 결정을 못할 경우 이것을 무차별 지점(point of indifference)이라고 부른다. 이 지점에서 승산이 있거나 게임의 기대치가 상금이상일 때도, 게임을 하기를 거부하면, 위험 회피(risk-averse)라고 한다. 100\$을 상금으로 딸 확률이 0.5이고, 그냥 50\$을 가지는 것보다는 게임을 한다고 하자.

그 다음 이 확률을 0.4이고 그리고 무차별 지점 (point of indifference)까지 승산이 좋지 않은 때에 게임의 기대치가 상금보다 적더라도 게임을 한다면 이를 위험 추구(risk-seeking)이라고 부른다.

이와 같은 게임이론으로 생존, 사망, 그리고 불구의 가치를 결정하는데 사용된다. 동맥류 임상 예에서, 정신적 어려움을 감내하면서, 10년을 살아 갈 것이라는 선택 사양과 어떤 치료를 받아 10년 동안 불구가 될 가능성이 없이 살아갈 것인가 또는 사망할 확률 0.5인 선택 사양 사이에 선택을 하라고 주문을 한다고 하자. 이런 선택 사양은 환자의 무차별 지점에 도달할 때까지 변한다. 그리고 이 지점까지 환자가 불구를 동반한 삶에 그 가치를 얼마나 두느냐에 결정될 것이다.

파열 후의 결과에 대한 유용가치의 결정은 쉽지 않다. 같은 수치를 사용할 수 있으나(사망에 0, 불구에 75 그리고 회복에 100), 동맥류 파열 전에 환자의 생존기간을 무시하고 있기 때문에 일정기간의 생존 후 어느 시점에서 복권추첨 방법 (lottery technique)을 이용하여 이러한 문제를 해결 가능하다. 환자가 위험회피(risk-averse)인 경우 수술을

하지 않는다는 가정 하에, 시간이 흐른 어느 시점에서 각각 결과의 효용가치를 할인(discounting)하게 되는데 이는 각 결과에 대하여 가중치를 고려하여 설정한다. 유용가치 100을 동맥류 파열이 생기지 않거나 파열 된 후에 회복된 경우에 부여한다.

그러나 미래의 어느 시점에서 파열된 후의 불구는 술 후의 불구보다 긍정적이므로 유용가치 90.1을 부여한다. 마찬가지로, 파열후의 사망은 술 후 곧 사망하는 것보다는 낫기 때문에 60.2의 유용가치를 부여하였다 (그림 3).

### 3.4 결정나무 분석

분석은 기대효용가치(Expected Utilities: EU)를 계산하는 과정으로 결정을 하는 점까지 나무를 거꾸로 거슬러 올라간다. 기대효용가치는 결과의 확률에 각 결과의 효용가치를 곱하고 각 분지에서 얻은 효용가치를 더하여 비교한다. 즉  $\sum (\text{Probability}) \times \text{Utilities}$ 이다.

첫 번째 단계는 수술 시행 없이 어느 시점에서 파열된 동맥류와 관련된 사건 결과의 예상효용가치

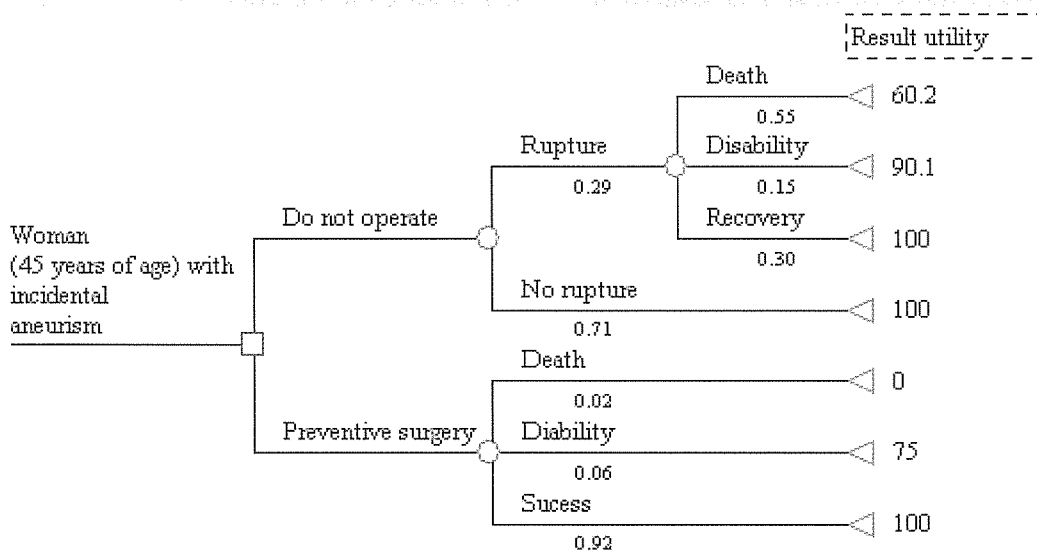


그림 3. 의사결정나무의 각 단말 지에 부가된 각 사건별 효용가치 (Utility)

를 결정하는 것이다. 예상효용가치는 결과의 확률에 각 결과의 효용가치를 곱하고 각 분지에서 얻은 효용가치를 더하면 된다. 즉, 이 예에서,

$$EU(\text{rupture no operation}) = (0.55 \times 60.2) + (0.15 \times 90.1) + (0.30 \times 100) = 76.6$$

76.6이라는 결과는 수술을 하지 않은 결정으로 발생하는 모든 결과에 대한 평균 가치를 나타낸다. 76.6이라는 수량적 가치는 “파열이 없다”라는 100과 “수술 중 사망”이라는 0의 효용가치와 상대적으로 비교한다.

이러한 과정을 각 확률 절에 대해 같이 적용한다. 비수술의 기대효용가치는

$$EU(\text{no operation}) = (0.29 \times 76.6) + (0.71 \times 100) = 93.3$$

마찬가지로, 수술의 기대효용가치는

$$EU(\text{surgery}) = (0.02 \times 0) + (0.06 \times 75) + (0.92 \times 100) = 96.5$$

기대효용가치에 의한 분석결과로 수술이 적절한 선택이 된다 (그림 4).

이러한 임의적인 기대 효용가치를 예상 수명의 연장으로 변환하여 생각하면 수술은 동맥류로 인한 기대 효용가치를 6.7(100-93.3)에서 3.5(100-96.5)

로 감소시킨다. 비수술에 비해 예상수명을 35년이라면, 비수술 방법으로는 동맥류에 의한 예상수명 단축이 2.3년(6.7%×35years)이지만 수술 방법은 평균적으로 1.2년(3.5%×35years) 단축시키므로 예상 수명을 1.1년 연장시킬 수 있다. 이것이 수술의 선택사양으로 의사결정을 했을 때에 제공되는 이익이다. 적절한 의사 결정이 최대의 기대 효용가치를 가진 쪽을 선택하는 것이라면, 비수술로 2.3년을 단축시키는 것 보다 1.1년 연장을 시킨다는 의미로 올바른 결정이라 할 수 있다.

그러나, 두 가지 결정의 기대치가 아주 근접하는 상황에서, 이를 동등확률(toss-up : 동전 던지기)와 같이 반반의 확률을 가진 사건) 이라고 부르는데, 추정치에 대한 세밀한 고려가 있어야 한다.

의사결정분석에 사용된 수치대신에 다른 수치들을 사용한다면, 결정에 어떤 영향이 미치는 지 세심한 재검토가 필요하다. 그러므로 분석의 마지막 단계는 유용가치들이 변하면, 결정이 어떻게 변하는가 확인하는 것이다.

이를 민감도 분석이라 하며 이 과정은 결정이 얼마나 올바른가, 그리고 분석에 포함된 특정한 요인

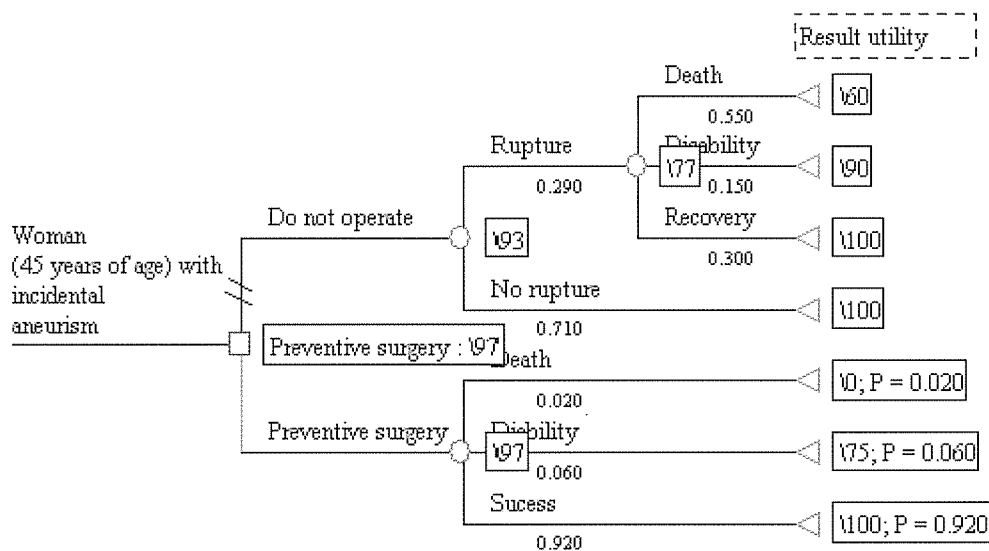


그림 4. 의사결정나무의 역산을 통한 분석

이 빠진 상황에선 어떻게 변화 가능한 가를 보여준다.

### 3.5 의사결정 평가 : 민감도 분석(sensitivity analysis)

결정나무에서 각 분지의 정확한 확률은 문헌상에서 얻기 어렵기 때문에 연관된 상황에 대한 추정치를 사용한다. 전술한 임상 예에서, 동맥류의 연간 파열 위험률이 정확히 알려져 있지 않다. 한 연구에서는 첫 파열은 일년에 1% 정도의 비율로 생긴다고 보고하였다. 이것은 전술한 임상예의 결정분석에 사용된 수치이다. 그러나 파열율이 1%가 아닌 경우, 결정 결과가 어떻게 될 것인가? 의사결정은 뇌막하 출혈(subarachnoid hemorrhage)로 인한 사망확률에 따라 다르다. 이와 같이 확률과 유용가치가 변함에 따라 결정이 어떻게 변하는지 평가하는 과정을 민감도 분석이라고 한다. 민감도 분석에 관련된 논리를 설명하기 위해, 수술적 치료에서 비수술적 치료로 적절한 판단을 바꿀 때 변하는 동맥류 파열의 위험을 결정한다. 그림 3에서 파열확률이 0.29일 때 기대 유용치는 93.3이다. 기대 유용치가 수술로 결정되었을 때의 기대 유용치인 96.5와 같아지기 위해, 파열확률이 얼마인가 알려져 한다. 파열 확률을  $x$ 라고 하면,  $X$ 에 대한 방정식은

$$76.6X + 100(1 - X) = 96.5$$

이를 풀면,  $x$ 는 0.15이다. 파열확률이 0.29가 아닌 0.15일 때, 결정은 동등 확률이 된다. 왜냐하면, 두 가지 선택사항의 기대치는 같기 때문이다. 생존 시 위험률이 0.15인 경우, 위험 공식을 거슬러 계산하면,  $1 - (1 - R)^{35} = 0.15$ 을  $R$ 에 대해 풀면,  $R$ 은 0.00463으로 0.5%이다.

그러므로 수술을 하기 위한 결정은 35년 예상수명을 가진 사람의 연간 위험이 결정분석에서 사용되는 수치의 반이 될 때까지 같다. 이와 같이 동맥류 처치에 대한 민감도 분석을 시행해보면, 확률이 다음과 같은 범위 - 연간 파열 위험률이 0.005-0.02, 파열로 인한 사망률이 0.5-0.6, 파열로 인하여 불구가 될 확률이 0.1-0.2, 수술 시 사망률이 0.01-

0.04, 수술 시 불구확률이 0.04-0.1, 불구유용가치가 62.5-87.5의 범위에 있는 한 그 의사결정은 변하지 않는다.

## 4. 효용가치의 상대화의 객관성

효용가치는 현 연구에서 구간 척도 (interval scale)이므로 정선형 변환 (positive linear transformation)이 가능한 가를 증명하면 효용의 절대치의 크기 자체가 중요하지 않고 상대적인 크기가 중요하다는 것을 확인할 수 있다.

이를 위해 다음과 같이 수학적으로 증명할 수 있다.

먼저 기호설명을 하면, 사건  $L$ 의 결과치  $x_1, x_2, \dots, x_n$ 이 각각 확률  $p_1, p_2, \dots, p_n$ 으로 발생한다고 가정한다. 결과치는 큰 것이 더 좋으므로,  $x_1 < x_2, \dots, < x_n$ 으로 표현가능하다.

다음과 같이 기호를 정의한다.

$x^*$  = 사건  $L$ 의 불확실한 결과치를 나타내는 확률 변수,

$\bar{x}$  = 결과치의 기대치,

$x^*$  = 사건  $L$ 의 확실성 증가를 나타낸다. 이것은 각 결과에 대한 의사 결정자의 무관심한 극치를 의미한다.

이 무차별한 관계를 수식으로 표현하는 방법은

$$U(\bar{x}) = E[U(x^*)]$$

여기에서  $E[U(x^*)] = \sum p_i U(x_i)$ 이다.

여기서 사건  $L$ 에 대한 효용을 단순히  $U(L)$ 과 같이 표현하도록 한다.  $U(L)$ 은 사건  $L$ 의 기대 효용, 즉 사건  $L$ 의 확실성 증가에 대한 효용을 의미한다. 효용은 구간 척도이므로 정선형 변환에 의해 다른 구간 척도의 효용으로 바꾸어도 두 효용은 같은 성질을 가질 것이다. 두 효용함수가 같은 성질을 갖는다는 것은 두 효용함수 중에서 어느 함수를 사용하든 같은 의사 결정을 할 수 있다는 의미이다. 즉 효용함수가 유일하지 않다는 사실을 의미한다.

정의 : 전략상 동등(strategically equivalent)  
 두 효용함수  $U_1, U_2$  가 어떠한 두 사건에 대해서도 같은 선호 순위를 나타내면,  $U_1$ 과  $U_2$ 는 전략상 동등하다고 하며,  $U_1 \sim U_2$ 와 같이 표현한다.

선호순위는 확실성 등가에 의해 결정되므로 결국 두 효용함수가 전략상 동등하면 임의의 사건에 대한 두 효용함수의 확실성 등가가 같다는 의미이다.

정리 1

i)  $U_1 \sim U_2$ 이면, 모든  $x$  에 대해 다음을 만족하는 두 상수  $a > 0$ 와  $b$ 가 존재한다.

$$U_1(x) = aU_2(x) + b \quad (a > 0) \quad \dots \text{(식 1)}$$

ii) 만약 (식 1)이 만족하면,  $U_1 \sim U_2$  이다.

먼저, ii)부터 증명하면, 의사결정을 위해 효용 함수  $U_1$ 을 사용하든  $U_2$ 를 사용하든 같은 대안이 선택되는 것을 보이면 된다.  $U_1$ 을 사용하여  $D'$ 이 선택되었다고 가정하자. 즉 사건  $L''$ 의 기대효용이  $L'$ 의 기대효용보다 크다고 가정한다. 따라서,

$$- E[U_1(D')] > E[U_1(D'')] \quad \dots \text{(식 2)}$$

$U_1$ 대신에 (식1)을 대입하면

$$- E[aU_2(D') + b] > E[aU_2(D'') + b]$$

이를 정리하면,

$$- E[aU_2(D')] + b > E[aU_2(D'')] + b$$

$$- E[U_2(D')] > E[U_2(D'')] \quad \dots \text{(식 3)}$$

여기에서,  $U_1$ 을 사용할 때의 선호관계와  $U_2$ 를 사용할 때의 선호관계가 같으므로,  $U_1 \sim U_2$ 이다.

다음으로 i)를 증명하면,

$x \sim (x', p, x^0)$ 라고 전제하였으므로, 이 무차별한 관계를 (식 1),  $U_1$ 과  $U_2$ 를 사용하여 기대효용을 구하면,

$$- U_1(x) = pU_1(x') + (1-p)U_1(x^0) \quad \dots \text{(식 4)}$$

$$- U_2(x) = pU_2(x') + (1-p)U_2(x^0) \quad \dots \text{(식 5)}$$

(식 5)를  $p$ 에 대해 풀면

$$p = \frac{U_2(x) - U_2(x^0)}{U_2(x') - U_2(x^0)}$$

이 식을 (식 4)의  $p$ 에 대입하여 정리하면

여기에서  $x$  함수의 기울기를  $a$ , 그리고 절편을  $b$

$$U_1(x) = \frac{U_1(x') - U_1(x^0)}{U_2(x') - U_2(x^0)} U_2(x) + \frac{U_2(x)U_1(x^0) - U_2(x^0)U_1(x')}{U_2(x') - U_2(x^0)} \quad \dots \text{(식 6)}$$

라고 하면,  $a$ 의 분자와 분모는 모두 0보다 크므로  $a > 0$ 이다. 따라서,

$$U_1(x) = aU_2(x) + b \quad (a > 0)$$

이 식의 의미는 효용함수가 비록 형태는 다르나 같은 선호관계를 나타낸다. 효용함수,  $U_1$ 의 측도를 0~1사이에서 정한다고 가정하고,  $U_1(x') = 1, U_1(x^0) = 0$  이라고 가정하면, 두 값을 (식 6)에 대입하여 다음과 같은 관계식을 구할 수 있다.

$$U_1(x) = \frac{U_2(x) - U_2(x^0)}{U_2(x') - U_2(x^0)}$$

효용가치는 0과 1사이의 구간 척도라고 한다면 상대적 가치의 차이를 갖고 있는 한 선호관계에서 변화가 없음을 의미한다.

## 5. 의사결정이론의 치주치료에 대한 적용

진단변수와 각 진단 변수의 가중치를 고려한다면 치주치료의 목표인 치주낭 깊이의 목표치 도달과 진단상에 질병의 유무를 보여주는 탐침후 출혈의 유무에 따라 최종 목표의 도달과 치료과정에서 생길 수 있는 여러가지 후유증의 유무를 통합적으로 나타내는 기대 효용가치 수식은 다음과 같이 표현될 수 있다.

(EU: 예상 유용가치;  $T_1$ 는 치주치료 3가지 치료 방법들 - Non surgical approach (NS), Surgical approach (S), Self-performed prophylaxis (No);  $PL_x$ 는 치주낭 깊이(Probing pocket depth level);  $BL_y$ 는 치주낭 검사후 출혈 유무;  $CL_z$ 는 환자가 느끼는 후유증 수준;  $IW$ 는 각 변수의 가중치;  $B$ : 탐침후 출혈 (BoP: bleeding on probing);  $S$ : 후유증 수준(complication level);  $P_s$ : 치료 후 잔존 치주낭 깊이;  $B^-$  혹은  $B^+$ : 치주



낭 검사 후 출혈 여부:  $C_3$ : 치료 후 후유증 수준:  
 $U$ : 효용가치)

$$EU(T_i | PL_x, BL_y, CL_z) = \sum_{i=1}^3 IW_y P(P_i | T_i, PL_x) U(P_i) + IW_x P(B_- | T_i, BL_y) U(B_-) + IW_x P(B_+ | T_i, BL_y) U(B_+) + \sum_{j=1}^5 IW_c P(C_j | T_i, CL_z) U(C_j)$$

## 6. 토의 및 결론

진단 과정에서 확보한 정보를 기초로 진단상의 결정에 확률적 개념을 적용하는 것은 현대 진단학적으로 중요한 개념이다.

진단 과정도 또한 복잡한 의사결정의 한부분으로 의사 결정론을 기반으로 방법으로 진행될 수 있다. 이러한 현대 의학적 의사결정 방법은 임상적 연구 결과들을 환자의 진단과 처치를 위한 결정을 할 때 통합 적용할 수 있도록 해준다.

늑막하 동맥류가 있는 45세 여성 환자를 수술요법과 보존 요법을 시행여부를 결정하는 문제를 이용하여 의사결정 나무를 개발하는 과정과 적절한 결정을 하는 과정을 통하여, 분석결과는 수술요법이 이 환자를 위한 적절한 결정이지만, 이것은 의사결정나무를 구성할 때의 가정과 환자의 선호도에 따라 다르기 때문에 민감도 분석을 통하여 어떤 가정이 중요하며 결정 분석에 사용된 확률의 변화가 의사 결정을 얼마나 변화를 줄 수 있는지 확인하기 위하여 시행되어야 한다.

이와 같이 의사결정론은 대부분의 문제를 효율적으로 해결할 수 있도록 결정하는 데 사용될 수 있다. 의료 비용이 점점 문제가 되고 있기 때문에, 의사 결정문제에 관련된 논문들의 수가 증가하고 있

는 실정이며 치과임상 분야에서도 눈에 띄기 시작하였다.

다음의 연속적인 논문들에서 치주질환의 일상적 치료를 시행하기 전에 임상적 경제적 의미를 분석하기 위하여 의사 결정론이 사용 가능함을 확인 할 수 있을 것이다.

다음 논문들에서 의사결정론적인 결론으로써, 비수술적 요법이 수술적 요법에 비해 그 결과가 임상적 목표에 도달 가능하고 전체적인 비용을 절감하고 후유증을 줄일 수 있다면 정당화될 수 있다는 것이다. 이러한 결론은 임상적 문제에 객관성을 충분히 확보할 수 없다 하더라도, 국가적 의료 자원의 확보나 그 유용도에 따라 가장 적절한 접근 방법은 검사의 비용, 전문 인력의 유무, 그리고 질환의 정도나 환자의 선호도에 따라 결정되어야지 임상적 의사의 독단적인 의사결정에 따라선 안된다는 것을 보여준다.

전문가에 의하여 추천된 프로토콜을 평가하는데 의사 결정 분석을 효과적으로 적용하는 방법을 환자중심의 의사결정을 이용하여 평가할 수 있다. 의학에서 의사 결정 분석의 역할을 설명하고 토의된 논문들(Detsky, Redelmeier, & Abrams, 1987; Feinstein, 1985; Kassirer et al, 1987; Pauker & Kassirer, 1987)을 참고하면, 폭 넓은 문제의식을 가질 수 있을 것이다.

의료 의사 결정문제가 잘 정의된 분석을 행하는 이점은 과정자체가 결정에 영향을 주는 모든 요인들을 세심하게 고려하도록 도와주며, 의료 서비스 공급자, 수요자 입장에서 보다 계량화된 의사결정을 도와줌으로써 서로 간에 높은 신뢰성과 함께 의료자원의 사용에 대한 경제성에 보다 논리적인 의사결정을 하는데 이바지 할 수 있다. 그러므로 치과 의료서비스에서도 의사결정론이 널리 적용되기를 기대하는 바이다.

## 참고 문헌

1. Detsky AS, Redelmeier D, Abrams H B : What's wrong with decision analysis? Can the left brain influence the right? J Chronic Dis 1987;40:831-836.
2. Mackie JL. Ethics. Inventing Right and Wrong. Penguin, Harmondsworth., 1976.
3. Brody H. Ethical Decisions in Medicine. Little, Brown & Co., Boston., 1976.
4. Fishburn PC (1970) Utility Theory for Decision making, John wiley, N.Y., 1970.
5. Doubilet PM : Statistical techniques for medical decision making : Applications to diagnostic radiology. Am J Radiol 1988;150:745-750.
6. Feinstein AR : The "chagrin factor" and qualitative decision analysis. Arch Intern Med 1985;145:1257-1259.
7. Kassirer JP et al : Decision analysis : A progress report. Ann Intern Med 1987;106:270-291.
8. Pauker SF, Kassirer JP : Decision analysis. N Engl J Med 1987;316:250-258.
9. Pauker SF, Kassirer JP : The threshold approach to clinical decision making. N Engl J Med 1980;302:1109-1117.
10. Shewchuk RM, Francis KT : Principles of clinical decision making. An introduction to decision analysis. Phys Ther 1988;68:357-359.
11. Sox HC et al : Medical Decision Making. Butterworth-Heinemann, 1988.