

# Bayes 이론을 이용한 유방촬영술의 판독 방법에 관한 연구

한림대학교 의과대학 방사선과학교실

조 현 자 · 곽 은 영 · 최 철 순

— Abstract —

## Bayesian Approach in Interpretation of Mammography

Hyun Ja Cho, M.D., Eun Young Kwack, M.D., Chul Soon Choi, M.D.

Department of radiology, College of medicine, Hallym university

Bayes theory has been a basic method for making various decisions using many conditional and prior probabilities. And it has been successfully used in medical fields such as EKG reading and determination of malignancy of a solitary pulmonary nodule.

We try to modulate this theory in determination of malignancy of a palpable mass noted in mammography. The findings that have high malignant likelihood ratio are star-shaped margins, spiculated appearances, inhomogenous densities, malignant calcifications, skin changes, and retromammry space obliteration. And with these findings, the probabilities of malignancy are over 80% in prevalent age groups.

**Index Words:** Breast radiography 00.11  
Breast neoplasm 00.321  
Images, interpretation

## 서 론

통계적 의사 결정 방법으로 상당히 많이 사용되는 것이 Bayes 이론이다(1). 이미 심장 내과학에선 오래전부터, 심전도 판독에 사용했고(2) 최근에는 단순 폐 결절의 악성 여부의 결정에 활용되고 있다(3,4). 이에 저자들은 유방촬영상 발견된 종양의 향후 처리의 문제 즉 세침생검술을 이용할 것인가 아니면 바로 수술을 시행할 것인가에 대해 특별한 지침의 하나로 그 종양의 악성 여부의 기준을 기존 대한방사선학회지에 실린 단순유방촬영술을 이용한 논문들 중에서 악성 및 양성 종양의 소견들의 악성 likelihood ratio를 구하고 이것과 Bayes 이론을 이용하여 악성일 확률을 구하고자 하였다.

## 방법 및 대상

주관적 확률은 어떤 모집단(sample space)안에서의 어

떤 원소(element)의 빈도수(frequency)에 비례한다(Kolmogorov 공리)(5).

따라서 어떤 질환에서 증상이나 증세 혹은 방사선학적 소견이 나타날때 어떤 질환에 이환될 확률은 Bayes 이론에 의해 다음과 같이 표현된다.

$$P(D/S) = \frac{P(S/D) \cdot P(D)}{P(S/D) \cdot P(D) + P(S/\bar{D}) \cdot P(\bar{D})} \dots (1)$$

$P(D/S)$ : S가 나타날때 D일 확률

$P(S/D)$ : D일때 S가 나타날 확률(conditional probability)

$P(D)$ : D의 유병율(prevalence, prior probability)

$P(S/\bar{D})$ : D가 아닐때 S가 나타날 확률

$P(\bar{D})$ :  $1 - P(D)$

(1)식을 다음과 같이 변형시키면

$$P(D/S) = \frac{\frac{P(S/D) \cdot P(D)}{P(S/\bar{D}) \cdot P(\bar{D})}}{1 + \frac{P(S/D) \cdot P(D)}{P(S/\bar{D}) \cdot P(\bar{D})}} \dots (2)$$

$P(D)/P(\bar{D})$ 와  $P(S/D)/P(S/\bar{D})$ 를 likelihood ratio라

한다. P(S/D)에서 S가 여러개 있을 수 있는 데 special multiplication rule에 의해(1) 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$P(S/D) = P(S_1/D) \cdot P(S_2/D) \cdots P(S_i/D) \cdots P(S_n/D)$$

따라서 (2)식은 다음과 같이 된다.

$$P(D/S) = \frac{\text{Oddca}}{1 + \text{Oddca}} \cdots (3)$$

Oddca =

$$\frac{P(D) \cdot P(S_1/D) \cdot P(S_2/D) \cdots P(S_i/\bar{D}) \cdots P(S_n/\bar{D})}{P(\bar{D}) \cdot P(S_1/\bar{D}) \cdot P(S_2/\bar{D}) \cdots P(S_i/\bar{D}) \cdots P(S_n/\bar{D})}$$

이때  $\bar{D}$ 인 경우가 양성 유방 종양의 경우이고, D인 경우가 악성 유방종양인 경우이다. 따라서  $P(S_i/D)/P(S_i/\bar{D})$ 는  $S_i$ 의 양성 유방종양에 대한 악성 유방종양의 likelihood ratio가 된다. 이 likelihood ratio를 (3)식에 넣어, 계산하면 악성 유방종양일 확률을 구하게 된다.

Table 1. Likelihood Ratio\* of Malignancy with Ages

Age	Likelihood ratio
0 - 19	0
20 - 29	0.578
30 - 39	0.429
40 - 49	3.78
50 - 59	4.684
>60	5.5

\*  $P(D)/P(\bar{D})$ 에 해당하는 값

Table 2. Malignant Likelihood Ratio\* with Primary Signs.

Primary Signs	Likelihood ratio
Increased density	
homogenous	0
nonhomogenous	8.55
Shape	
well-defined	0.73
poorly defined	1.96
lobulated	1
spiculated	13
star-shaped	13.5
Malignant calcification	8.8
Size	
clinically larger than radiological size	10
nonmeasurable	0.5
no definite mass	1.35

\*  $P(S_i/D)/P(S_i/\bar{D})$ 에 해당하는 값

대상은 기존 대한방사선학회지에 실린 단순 유방촬영술을 이용하여, 악성 및 양성 종양의 소견을 보고한 논문 중에서(6-10), 유방종양 소견의 대상 환자수가 충분한 경우(즉  $\chi^2$ -test상 이론적 값이 5 이상인 경우)를 대상으로 그 소견의 양성종양에 대한 악성종양의 likelihood ratio를 구하였다. 비교적 일정한 값으로 수렴되는 경우는 그 중앙값을 취하였고, 그 값이 1 이하 혹은 1 이상인 경우 그 값이 넓게 분포를 하면, 이 소견에 의한 확률 결정의 효과를 최소화하기 위해 1에 가까운 수치를 취하였다. 그 결과는 도표 1에서 4와 같다.

Table 3. Malignant Likelihood Ratio\* of Secondary Signs

secondary signs	likelihood ratio
Distortion of breast architecture	5.4
Skin changes	15.1
Venous engorgement (asymmetry)	3.4
Nipple or areolar discharge	2.27
Skin retraction	2.5
Retromammary space obliteration	10
Positive axillary lymph node	10
Surrounding halo	0.45
Single	1.04
Multiple	0.78

\* table 2와 같음

Table 4. Malignant Likelihood Ratio\* with Density of Breast

density of breast	likelihood ratio
N1	1.225
P1	0.54
P2	0.64
DY	0.36

# Wolfe의 parenchymal pattern을 따름

\* table 2와 같음

위의 도표들을 이용하는 방법

예) 55세 여자 환자가 N1 type의 유방내에 spiculated margin을 갖는 종양이 보였다. 악성일 가능성은 몇 % 인가?

1단계 Odd cancer =  $2.00 \times 1.225 \times 13 = 31.85$

2단계 probability of cancer

$$= \frac{31.85}{1 + 31.85} = 0.97$$

3단계 일반적인 percentage로 표시하면  
97%

## 결 과

저자들의 자료의 분석에 의하면 악성종양의 likelihood ratio가 높은 것은 1차 소견에선 spiculated margin, star-shaped margin, inhomogenous density, malignant calcification, clinically larger than radiological size 등이고 2차 소견에선 skin change, retromammary space obliteration 등이며, 그리고 이들 소견이 보이면 40세 이상에서 악성일 확률은 80% 이상이다. 그 이외의 소견은 악성의 여부를 확연히 구분 짓지 못하는 것으로 보여진다.

양성종양의 likelihood ratio가 높은 소견은 homogenous density, surrounding halo 등이다.

## 고 찰

Bayes 이론은 prior probability 즉 어떤 질병의 유병율과 conditional probability 즉 그 질환에 이환됐을 때 어떤 소견의 빈도수(frequency)를 이용하여 어떤 소견이 보일 때 어떤 질환에 이환될 확률을 구하는 것이 주목적이다(1). 그리고 이 이론은 기타의 의사 결정할때 기초적으로 사용되는 것으로 확률 이외에 Bayesian risk, benefit 등의 사용 방법이 있다(1).

이 이론을 이용할때 우선 어떤 소견들이 어떤 질환내에서(sample space) 상호간에 독립적이라 가정하고 likelihood ratio를 산출 하였는데 실질적으로 의학적인 면에서, 그 독립성을 생각하여야 하나, 기존 문헌상, 이점은 그대로 증명없이 독립적이라 가정하였다(3,4).

또한 이 이론의 장점은 유방촬영상 발견된 소견만으로 그 확률을 구할 수 있고 유방촬영술 이외에 기타 전산화 단층촬영술이나, 초음파의 소견을 이용하여 그 likelihood ratio를 구해 additive하게 사용할 수 있는 장점이 있다(3). 이 Bayes 이론은 logit regression analysis를 이용하는 방법(11)보다 산출 방법이 훨씬 쉽고 또 그 이용이 편리한 이점이 있다. 이 이론의 유용성은 이미 판 분야에서는 입증되었고(1) 의학 분야에서도 상당히 강력한 방법으로 서서히 부상하고 있는 추세다(2-4).

의학에서 이 방법을 쓴 저자들은 전향적인(prospective study) 방법으로 연구할 것을 권유한 바(3) 앞으로 단순 유방촬영술에서도 전향적인 연구를 하여야 할 것으로 본다.

기존의 대한방사선과학회지에 실린 유방촬영술을 이용한 논문을 대상으로 유방촬영상 보이는 유방종양의 소견

들의 악성 likelihood ratio를 구하고, Bayes 이론을 이용하여 악성종양일 확률계산법을 연구하여 다음의 결과를 얻었다.

첫번째, 악성종양의 likelihood ratio가 높은 소견은 1차 소견에선 spiculated margin, star-shaped margin, inhomogenous density, malignant calcification과 이학적 종양의 크기가 방사선학적 종양의 크기보다 큰 경우이며 이차 소견에선 피부의 변화, retromammary space obliteration 등이다.

둘째, 이들의 소견이 40세 이상의 환자에서 보일 경우에 유방종양이 악성일 가능성은 80% 이상이다.

셋째, Malignant likelihood ratio와 Bayes theory를 이용하면, 유방종양의 악성일 확률을 쉽게 그리고 정확하게 구할 수 있다.

## 참 고 문 헌

1. Chao LL. Statistics, methods and analysis. 2 ed. International student edition. Mcgraw-Hill international book company, 1974;405-434
2. Goldman L. Quantitative aspect of clinical reasoning. In Harrison's principles of internal medicine 12 ed. International edition. Mcgraw-hill inc health profession division. 1991;5-11
3. Cummings SR, Lillington GA, Richard RJ. Estimating the probability of malignancy in solitary pulmonary nodule : A Bayesian approach. Am Rev Respir Dis. 1986;134:449-452
4. John HW. Pitfall in the radiographic diagnosis of lung cancer. AJR 1990;154:1166-1195
5. 김종우, 김우철. 확률론 입문. 서울영지 문화사. 1986;33-49
6. 진수일, 김기환 등. 유방종괴에 관한 다각적 진단법. 대한방사선과학회지 1985;21:923-915
7. 김경희, 이성용, 박용희. 유방실질조직과 유방암과의 연관성. 대한방사선과학회지 1985;21:715-718
8. 오기근, 이경식, 손승국. 유방질환의 각종 방사선학적 영상에 관한 연구. 대한방사선과학회지 1985;21:223-235
9. 서창옥, 오기근, 이경식. Tungsten anode를 이용한 mammography와 한국인 여자 유방종양에 관한 연구. 대한방사선과학회지 1979;15:244-253
10. 조길호, 정경희, 황미수 등. 유방질환의 유방 X-선촬영 소견에 대한 고찰. 대한방사선과학회지 1985;21:581-591
11. Cohagan JK, Spitznagel EL, Mccrate MM, et al. ROC analysis of mammography and palpation for breast screening. Invest Radiol 1984;19:587-592