

## IPAA의 효과를 고찰하기 위한 분류분석방법들의 비교연구

이승연<sup>1)</sup> 이은주<sup>2)</sup> 최호식<sup>3)</sup>

### 요 약

지속성 외래 복막투석은 말기 신부전 환자들에게 널리 시행하는 신 대체 요법으로, 복막투석 환자에게서 주된 합병증으로 일어나는 단백질-열량 영양실조를 치료하기 위하여 아미노산을 복강 내로 주입하는 치료방법이다. 이현석 등(2004)의 연구에서는 아미노산 복막 투석액(IPAA)이 영양실조 환자들에게 실제로 영양상태에 미치는 영향을 평가하기 위하여 지속성 외래 복막투석 환자 43명을 12개월 동안 3개월 주기로 관측하여 얻어낸 반복측정자료를 바탕으로 IPAA의 효과 여부에 따라 반응군과 비반응군을 분류하였다. 본 논문에서는 이러한 두 그룹을 효과적으로 분류할 수 있는 분류기준변수들을 찾아내고 이 분류기준변수의 값을 바탕으로 새로운 환자에게 IPAA의 투여 여부를 진단할 수 있는 여러 분류방법들을 고찰하여 비교 연구하였다. 모수적인 방법으로 선형판별분석, 이차판별분석 및 로지스틱 판별분석을 소개하고 비모수적인 방법으로 support vector machine(SVM)을 소개하여 분류분석의 결과를 비교하여 두 그룹을 최소한의 오류로 분류하는 방법을 제안하였다.

주요용어 : 아미노산복막투석액, 선형판별분석, 이차판별분석, 로지스틱 판별분석

### 1. 서론

지속성 외래 복막투석은 혈액투석에 비하여 식사의 제한이 비교적 적으며 심혈관계의 부담이 적고, 기계에 의존하지 않아도 되는 장점 등으로 우리나라에서 널리 시행되고 있다. 복막투석 환자에서 흔히 발병하는 합병증의 하나로 단백질-열량 영양실조는 복막투석 환자들의 이환율과 사망률에 영향을 미치는 위험인자로 밝혀져 있다(Teehan 등,1990). 이러한 영양실조를 예방하기 위하여 아미노산 투석액(Nutrineal<sup>®</sup>)을 사용하게 되면 아미노산이 복막투석액 내에서 삼투압을 지닌 물질로 포도당을 효과적으로 대체할 수 있음이 보고되어 있다(Twardowski 등,1986). 이현석 등(2004)의 연구에서는 지속성 복막투석 환자 43명을 대상으로 아미노산 투석액(Nutrineal<sup>®</sup>)을 12개월동안 반복측정자료를 바탕으로 아미노산 투석액(Nutrineal<sup>®</sup>)의 장기간 사용이 환자의 영양 상태에 미치는 영향을 평가하였다. 또한 아미노산 복막투석액(IPAA)의 효과를 나타내는 기준변수를 정의하는 방법으로 두 가지를 제안하였다. 첫 번째 기준변수는 임상학적인 소견에 기초한 것으로 크레아티닌 배설량으로부터 계산된 제지방무게(LBMCr)와 전체 체중에 대한 제지방무게의 비율(%LBMCr)을 사용한 것이다. 즉, 제지방무게가 기저치에 비하여 2.0 Kg 이상 증가하거나 제지방의 비율이 기저치에 비하여 5.0% 증가한 환자들을 반응군(response group)이라고 하고 그렇지 않은 환자들을 비반응군(non-response group)이라고 하

- 1) 세종대학교 자연과학대학 응용수학과 교수
- 2) 세종대학교 자연과학대학 응용통계학과 석사과정
- 3) 서울대학교 통계학과 박사과정

였다. 두 번째 기준변수는 통계적인 소견에 기초한 것으로 12개월 동안 3개월마다 반복적으로 측정된 제지방무게의 자료를 회귀직선으로 적합하였을 때 추정된 기울기를 사용한 것이다. 즉, 제지방무게의 에 대한 회귀계수가 양수값을 갖는 환자들은 반응군이라고 하고 그렇지 않은 환자들은 비반응군이라고 하였다.

본 연구에서는 이현석 등(2004)의 연구에서 밝혀진 반응군과 비반응군을 분류할 수 있는 여러 가지 방법들을 소개하고 그 중에서 새로운 환자의 자료를 바탕으로 IPAA를 투여하는 것이 효과적인지 아닌지를 최소한의 오류로 분류할 수 있는 기준을 찾아내는 것이다. 이 문제는 분류분석에서 판별함수를 기준으로 새로운 표본을 분류하는 것과 같다. 실제로 임상의학자들은 처음 방문하는 환자들을 대상으로 여러 지표들을 관측한 후에 IPAA를 투여하는 것이 환자에게 장기적으로 효과적인지 아닌지를 판단할 필요가 있다. 이 경우 IPAA를 투여하였을 때 효과를 나타내는 반응군과 그렇지 않은 비반응군으로 환자를 분류할 수 있는 판별함수가 주어져 있다면 객관적인 근거에 의하여 환자들에게 IPAA의 투여여부를 결정지을 수 있을 것이다.

본 연구에서는 다변량으로 이루어진 변수들과 반응군과 비반응군을 나타내는 이진형(binary) 반응변수와의 상관성을 기초로 하여 분류분석을 시행하여 두 그룹을 잘 분류할 수 있는 분류 기준변수들을 찾아내는 것이다. 이 경우 분류자의 성능을 평가하기 위하여 원래의 자료를 훈련집합(training set)과 평가집합(test set)으로 나누어 훈련집합에서 분류함수를 구한 후에 평가집합에 적용하여 그 성능을 평가하고 이 결과를 분류조정인자에 반영하여 최종 분류자를 만들 때까지 반복한다.

분류분석을 위하여 분류 기준변수들을 구하는 방법은 크게 두 가지 방법으로 나뉜다. 분류 변수들에 대하여 특정한 분포형태를 가정하는 경우에는 모수적인 방법이라고 하고 그렇지 않은 경우에는 비모수적인 방법이라고 한다. 본 연구에서는 모수적인 방법으로 선형판별분석(linear discriminant analysis), 이차판별분석(quadratic discriminant analysis)과 로지스틱 판별분석(logistic discriminant analysis)을 적용하였고 비모수적인 방법으로 Support Vector Machine(SVM)방법을 적용하였다.

분류분석방법을 적용하여 분류 기준변수들을 찾아낸 후에는 이 분류자를 사용하여 새로운 개체가 올바르게 분류되는지의 여부를 기준으로 분류자의 성능을 평가한다. 분류자의 성능을 평가하는 척도로서 정분류율, 오분류율, 민감도(sensitivity)와 특이도(specificity)가 있는데 이 중에서 오분류율을 비교하여 효율적인 분류방법을 제안하였다.

또한 분류자의 성능은 독립적인 표본을 따로 만들어 평가하게 되는데 표본이 충분한 경우에 전체표본을 훈련집합(training set), 확인집합(validation set)과 평가집합(test set)으로 나누어 훈련집합에서 최적의 분류자를 찾아내고 평가집합으로 평가하며 확인집합은 과적합을 피하기 위하여 적절한 입력모수들을 조정하는 역할을 한다. 그러나 표본이 작거나 훈련집합과 평가집합을 나눌 때 인위적으로 나누게 되므로 이를 피하게 위해 많이 활용되는 방법으로  $l$ -fold 교차타당성(cross validation)이 있는데 이 방법은 전체 집합을  $l$  개의 부그룹으로 나누어  $l-1$  개의 훈련집합과 하나의 평가집합을 구성하여  $l$  번의 평가오차를 산술평균하여 계산하는 방법이다. 특별히 leave-one-out cross validation(loocv)은  $l=n$  인  $n$ -fold 교차타당성 방법이다. 본 연구에서는 loocv를 적용하여 분류자의 오분류율을 구하여 비교하였다.

본 논문의 2장에서는 분류분석의 방법들을 소개하고 3장에서는 IPAA의 효과를 알아보기 위한 예제에 여러 분류분석방법들을 적용하여 자료를 분석하며 4장에서는 결과에 관하여 간단하게 토의하였다.

## 2. 분류분석방법(Classification Analysis Method)

분류분석은 그룹 간의 차이를 판별하는데 여러 개의 서로 상관된 반응변수들과 각 개체가 소

속되어 있는 그룹을 나타내는 하나의 변수로 이루어진 다변량 자료를 기초로 이루어지는 통계적인 방법이다. 분류분석을 두 단계에 걸쳐 이루어지는데 먼저 주어진 관찰값들로부터 전체집단을 어떠한 특성에 따라 서로 다른 그룹으로 분류하는 판별함수를 찾아내는 단계와 소속이 알려지지 않은 새로운 개체를 위에서 구한 판별함수를 사용하여 어느 그룹에 속할지를 판별하는 분류과정으로 이루어져 있다.

분류분석방법은 크게 모수적인 방법과 비모수적인 방법으로 나뉘는데 표본에 특정한 분포를 가정하는 경우를 모수적인 방법이라고 하고 그렇지 않은 경우를 비모수적인 방법이라고 한다. 모수적인 방법으로는 Fisher의 선형판별분석(linear discriminant: LDA), 이차판별분석(quadratic discriminant analysis: QDA)와 로지스틱 판별분석(logistic discriminant analysis)가 있고 비모수적인 방법은 Vapnik(1995)에 제안한 SVM(support vector machine)과 Breiman(1984)이 제안한 CART(classification and regression tree) 등 최근에 여러 가지 방법들이 Hastie et al. (2001)에 소개되어 있다. 본 연구에서는 LDA, QDA, 로지스틱 판별분석과 SVM을 적용하여 IPAA 투여여부를 진단하는 방법을 제안하고자 한다.

### 2.1 선형판별분석

자료  $X_{ijk}(i=1, \dots, g; j=1, \dots, N_i; k=1, \dots, d)$  를  $i$  번째 그룹에 속하는  $j$  번째 개체의  $k$  번째 변수의 값이라고 정의하자. 본 논문에서는 그룹이 반응군과 비반응군이 경우이므로  $g=2$  인 경우에 한하여 토의하고자 한다. 크기가  $N_1, N_2$  인 두 그룹에서 속하는 관찰벡터  $X_{ij}=(X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{id})'$  의 표본평균벡터  $\bar{X}_i$  와 표본공분산행렬  $S_i$  는 다음과 같이 주어진다.

$$X_i = \frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^{N_i} X_{ij}, \quad S_i = \frac{1}{N_i - 1} \sum_{j=1}^{N_i} (X_{ij} - \bar{X}_i)(X_{ij} - \bar{X}_i)'$$

$X_{ijk}$  의 분포가 다변량 정규분포를 따른다는 가정 하에서 확률밀도함수의 비를 이용하여 두 그룹을 분류하는 방법을 적용하는데 두 그룹의 공분산이 동일한 경우에 김기영과 전명식(1997)의 내용을 참조하면 판별함수는 다음과 같이 주어진다. 즉,

$$L_i(x) = \log \pi_i + \bar{X}_i' S_p^{-1} (x - \bar{X}_i / 2) \quad i=1, 2$$

여기서  $\pi_i$  는 그룹  $i$  에 속할 비율이며  $S_p$  는 두 그룹의 공통공분산행렬의 추정량으로 합동표본공분산행렬이며 다음과 같이 주어진다.

$$S_p = \frac{(N_1 - 1)S_1 + (N_2 - 1)S_2}{N_1 + N_2 - 2}$$

위의 판별함수  $L_i(x)$  가 선형식이므로 선형판별함수라고 하며 이 판별함수를 바탕으로

$$L_i(x_0) = \max_{j=1, 2} L_j(x_0)$$

이면  $x_0$  를 그룹  $i$  에 분류한다.

### 2.2 이차판별분석

$X_{ijk}$  의 분포가 다변량 정규분포를 따른다는 가정 하에서 두 그룹의 공분산이 동일하지 않은 경우에는 두 그룹의 공분산행렬을 각각  $S_i$  로 추정하여 확률밀도함수의 비를 사용하여 분류하는 방법에 적용하면 다음과 같이 주어진다.

$$(-1/2)x_0'(S_1^{-1} - S_2^{-1})x_0 + (\bar{X}_1' S_1^{-1} - \bar{X}_2' S_2^{-1})x_0 - k \geq \log(\pi_2/\pi_1)$$

이면  $x_0$ 를 그룹 1에 분류하고,

$$(-1/2)x_0'(S_1^{-1}-S_2^{-1})x_0+(\bar{X}_1'S_1^{-1}-\bar{X}_2'S_2^{-1})x_0-k < \log(\pi_2/\pi_1)$$

이면  $x_0$ 를 그룹 2에 분류한다.

여기서  $k = (1/2)\log(|S_1|/|S_2|) + (1/2)(\bar{X}_1'S_1^{-1}\bar{X}_1 - \bar{X}_2'S_2^{-1}\bar{X}_2)$  이다 (참조:김기영과 전명식(1997)).

위의 식에서 보는 바와 같이 분류영역이  $x_0$ 에 대한 이차식으로 표시되기 때문에 이 방법을 이차판별분석이라 한다.

### 2.3 로지스틱 판별분석

이 방법은 선형판별분석과 동일한 분류방법이지만 정규성이나 공분산행렬의 동일성에 관한 가정이 필요하지 않으며 일반화 선형모형이론에 근거하여 선형회귀계수를 추정하고 분류자를 구하는 판별분석 방법이다.

그룹이 두 개인 경우 각 그룹을 나타내는 변수를  $y$ 라고 하고 그룹 1에 속하면  $y=1$ 이고 그룹 2에 속하면  $y=-1$ 이라고 할 때,

$$D(x) = \log \frac{P(y=-1|X=x)}{P(y=+1|X=x)} = \beta_0 + \beta_1'x$$

여기서  $P(Y=-1|X=x) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1'x)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1'x)}$  이다. 최대우도추정방법에 의하여  $\beta_0$ 와  $\beta_1$ 의 최대우도추정량을 구하면

$$\hat{P}(Y=-1|X=x) = \frac{\exp(\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1'x)}{1 + \exp(\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1'x)}$$

을 구할 수 있다. 이 예측확률값이 0.5보다 크면 그룹 2로 분류하고 0.5보다 작으면 그룹 1로 분류한다. 왜냐하면

$$\hat{P}(Y=-1|X=x) > 0.5 \Leftrightarrow D(x) > 0$$

이기 때문이다.

### 2.4 SVM(support vector machine)

SVM은 Vapnik(1995)에 의해서 이론이 정립된 방법으로 선형판별분석보다 일반화된 방법으로 모집단에 대하여 특정한 분포의 가정을 하지 않고 적용될 수 있는 비모수적인 방법이다. SVM 방법에서 핵심적인 역할을 하는 두 가지 요소는 다음과 같다.

① 초평면 분류자와 support vectors(SVs)

② 커널함수(kernel function)

SVM방법은 두 그룹을 가장 잘 구분하는 분류 초평면(hyperplane)

$$\langle w, x \rangle + b = 0 \quad (\text{여기서 } \langle \cdot, \cdot \rangle \text{은 벡터간의 내적을 의미함})$$

을 찾는 것이다. 여기서  $w$ 는 평면의 법선벡터(tangent vector)이고  $b$ 는 절편이다.

분류 초평면과 가장 가까운 표본까지의 거리를 마진(margin)이라고 하며  $\rho$ 로 표시한다.  $\rho = 1/\|w\|$ 라는 관계식에 의하여  $\rho$ 가 클수록 더 나은 분류기준이 되므로  $\rho$ 를 기준으로 초평면을 결정하는  $(w, b)$ 를 결정한다. 한편 커널함수의 역할은 분류함수의 비선형성을 보다 용이

하게 다룰 수 있도록 해준다. 분류기준을 결정짓는 경계에 놓여 있거나 경계와 밀접한 연관성이 있는 표본들을 support vectors라고 하며 분류 경계에서 먼 자료들은 분류기준에 영향을 끼치지 못한다.

SVM에서 분류문제는 분류 가능한 경우(separable case)와 분류 불가능한 경우(nonseparable case)로 나뉘는데 분류 가능한 경우는 분류기준에 의하여 완전하게 분류될 수 있는 경우로 이 경우에는 SVs가 분류기준에서 가장 가까운 표본들이다. 반면에 분류 불가능한 경우는 오분류율이 0이 되는 경우를 얻지 못하는 경우로서 오분류된 표본과 마진안에 있는 표본들이 SVs가 된다.

분류 가능한 경우만을 고려해볼 때 분류함수를 구하기 위해서 다음과 같이 주어진 KKT(Karush-Kuhn-Tucker)의 조건을 만족하는  $(w, b, a)$ 를 찾는 문제이다.

$$\textcircled{1} \quad \frac{\partial}{\partial w} L_p(w, b, a) = w - \sum_{i=1}^n a_i y_i x_i = 0$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{\partial}{\partial b} L_p(w, b, a) = -\sum_{i=1}^n a_i y_i = 0$$

$$\textcircled{3} \quad \begin{cases} y_i(\langle w, x_i \rangle + b) \geq 1, \forall i \\ a_i \leq 0, \forall i \\ a_i y_i (\langle w, x_i \rangle + b) - 1 = 0, \forall i \end{cases}$$

위의 조건 하에서 최종분류함수는

$$D(x) = \langle w, x \rangle + b = \langle \sum_{i=1}^n a_i y_i x_i, x \rangle + b = \sum_{i=1}^n a_i y_i \langle x_i, x \rangle + b$$

으로 표현되며  $C(x) = \text{sign}(D(x))$ 이다. 여기서  $\text{sign}(x) = \begin{cases} +1 & \text{if } x > 0 \\ -1 & \text{if } x < 0 \end{cases}$ 이다.

SVs는  $a_i > 0$ 에 해당하는  $x_i$  들이고  $a_i = 0$ 에 해당하는  $x_i$  들은 분류가 잘되는 표본들로서 분류경계에 영향을 끼치지 않는다.

### 3. 예제분석

#### 3.1 자료소개

1986년 12월부터 1999년 3월까지 연세대학교 의과대학 부속 세브란스병원 신장내과로 내원하여 만성신부전으로 진단받고 최소 3개월 이상 지속성 외래 복막투석을 실시하고 있는 환자 중에서 영양실조로 판단되는 복막투석 43명의 환자들을 연구대상으로 하였다. 이 환자들은 포도당 투석액으로 1일 4회 교환하는 통상적인 복막투석을 시행하던 환자들로 이중 1회의 복막투석액 교환을 1.1% 아미노산 투석액(Nutrineal<sup>®</sup>)으로 시행하도록 처방하였다.

대상 환자는 아미노산 투석액 사용 시점 (0개월)으로부터 1개월, 3개월, 6개월, 9개월, 12개월 후에 각각 혈청 생화학적 지표를 측정하였고, 0개월, 3개월, 6개월, 9개월, 12개월 후에 요소동력학 모형의 지표, 영양학적 지표, 주관적 영양상태 평가, 운동능력 평가, 인체계측학적 지표, 식이섭취량을 나타내는 지표를 반복적으로 측정하였다. 본 연구에서는 기저치(baseline)에서 측정한 지표들을 중심으로 IPAA의 효과가 기대되는 환자들을 분류하는 것이 목적이므로 기저치에서의 여러 지표들의 평균과 표준편차를 표1에 정리하였다.

표1. 아미노산 투석액(Nutrineal<sup>®</sup>) 사용 후 측정된 각 변수들의 평균과 표준편차

Parameter	Baseline	Parameter	Baseline
-----------	----------	-----------	----------

IPAA의 효과를 고찰하기 위한 분류분석방법들의 비교연구

혈청생화학지표	Hemoglobin(g/dL)	8.95±1.48	요소동력학지표	SCCr(L/wk/1.73m <sup>2</sup> )	68.50±8.05
	Potassium (mEq/L)	9.50±0.71		Weekly Kt/Vurea	2.08±0.28
	BUN (mg/dL)	50.23±14.43	인체계측학지표	IMLbm (kg)	48.63±8.13
	Cr (mg/dL)	10.27±2.01		MAC (cm)	25.49±3.53
	Phosphorus (mg/dL)	4.53±1.21	영양학지표	LBMCr (kg)	40.59±7.14
	Protein (g/dL)	6.54±0.69		%LBMCr (%)	69.67±8.58
	Albumin (g/dL)	3.31±0.31		nPNA (g/kg/day)	0.934±0.17
	IGF-1(ng/mL)	186.77±99.27		SGA	5.10±0.96
	Total Co2 (mmol/L)	26.25±3.23		Hand grip strength (kg)	21.95±6.76
	CRP (mg/dL)	0.51±0.32	식이섭취량	Back lift strength (kg)	59.19±24.39
	Transferrin (mg/dL)	160.03±24.24		Calory (Cal/kg/day)	1350.778±201.50
				Protein (g/kg/day)	49.31±9.44

3.2 분류분석결과

앞 절에서도 언급한 바와 같이 이 연구의 목적은 이미 반응군과 비반응군으로 분류된 환자들로부터 관측된 여러 지표들의 상관성을 고려하여 환자들을 두 그룹으로 분류할 수 있는 최적의 판별함수를 구하고 새로운 환자들에 대하여 판별함수를 사용하여 IPAA의 투여 여부를 진단하는 것이다.

반복측정된 이 자료를 분석하여 두 가지의 서로 다른 기준으로 환자들을 반응군과 비반응군으로 나눌 수 있다. 첫 번째 기준을 group1이라고 할 때 체지방무게(LBMcr)가 기저치에 비하여 2.0 kg 증가하였거나 체지방의 비율(%LBMcr)이 기저치에 비하여 5.0% 증가한 환자들을 반응군(group1=1)이라 하고 그렇지 않은 환자들을 비반응군(group1=0)이라고 하였다. 두 번째 기준을 group2라고 할 때 각 환자들의 반복측정치에 회귀분석을 적합하여 체지방무게가 기저치에 비하여 12개월 동안 평균적으로 증가하는 경우를 반응군(group2=1)이라고 하고 그렇지 않은 경우를 비반응군(group2=0)이라고 하였다. 표2는 반응군과 비반응군의 인구학적 및 임상학적인 변수들의 특성치를 비교하여 정리한 것이다.

표2. 반응군과 비반응군에 따른 변수들의 특성치

	group1		group2	
	반응군	비반응군	반응군	비반응군
Number (Patients)	22	21	31	12
Sex (M:F)	12:10	10:11	17:14	5:7
Age (years)	51.681±8.196	55.904±8.595	53.129±8.887	55.333±7.796
Duration of CAPD (manths)	73.909±28.26	78.444±42.21	77.6±30.464	71±47.189
	5	9		

Peritonitis during IPAA (episodes)	0.091±0.294	0.571±1.844	0.166±0.379	0.25±0.621
Height (cm)	160.172±7.74 8	161.661±8.87 7	161.751±7.84 3	158.7±9.218
Weight (kg)	56.868±7.153	60.119±9.499	59.061±8.528	56.891±8.369
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22.581±2.96 5	23.217±3.884	22.87±3.045	22.891±3.512
%IBW (%)	102.204±12.1 66	105.680±17.7 97	104.054±15.2 79	103.508±15.2 75

표2에서 보는 바와 같이 group1에 의해서는 환자들이 반응군과 비반응군으로 거의 동일한 비율로 나뉘는데 group2는 반응군이 비반응군에 비하여 2.5배 더 많이 분류되었다. 각 그룹 내에서의 성별, 나이, 신장, BMI의 분포는 비슷하나 Duration of CAPD와, 몸무게, %IBW의 분포는 서로 다르게 나타난다.

위에서 제시한 group1 과 group2에 따라 환자들을 분류하고 각각의 기준에 대하여 분류분석을 하였다. 먼저 주어진 여러 지표들 가운데 두 그룹을 효과적으로 분류하는 변수들을 알아내기 위하여 로지스틱 회귀분석을 적합하여 단계적인 변수선택방법(stepwise selection method)을 사용하였다. 선택된 변수들은 group1인 경우에는 Phosphorus, IGF-1, Co2와 %IBW이고 group2인 경우에는 Back Lift Strength(BLS) 와 Calory 이다. 이 변수를 바탕으로 선형판별분석, 이차판별분석, 로지스틱 판별분석과 SVM 방법으로 판별함수를 구하고 loocv를 적용하여 이 방법들의 오분류율(misclassification rate)을 비교하였다. 표3에서 분류분석 결과들을 정리하였다.

표3. 분류분석방법들의 오분류율 비교결과

분류방법	group1 (P, IGF-1, Co2, %IBW)	group2 (BLS, Calory)
LDA	0.256	0.279
QDA	0.372	0.302
로지스틱	0.259	0.279
SVM	0.325	0.233

표3에서 보는 바와 같이 모든 방법에서 오분류율이 25%와 37%사이의 값을 가지며 대체로 오분류율이 큰 경향이 있다. 그러나 그 중에서도 선형판별분석과 로지스틱 판별분석방법의 결과가 매우 유사하며 이차판별분석은 좋지 않은 결과를 나타내고 있다. SVM은 group1에 대해서는 매우 큰 오분류율을 갖지만 group2에 대해서는 가장 낮은 오분류율을 갖는다. 그러나 SVM은 조정 인자값에 따라 오분류율의 변이가 매우 크게 나타났다. 위의 결과에 비추어 볼 때 어떠한 방법도 IPAA의 효과를 뚜렷하게 기대할 수 있는 반응군으로 환자들을 분류할 수 있다고 볼 수 없으나 그 중에서도 선형판별분석이나 로지스틱 판별분석방법이 상대적으로 적은 오분류율을 제시하고 있다고 결론지을 수 있다.

#### 4. 토의

본 연구의 목적은 새로운 아미노산 복합투석액(IPAA)의 사용으로 인하여 영양실조 상태에

있는 지속성 복막투석 환자들의 영양지표들이 호전되는지를 알아보고 어떤 환자들이 IPAA의 효과가 좋은지를 진단하는 것이다. 새로운 치료방법에 대한 순수한 효과를 알아보자고 한다면 연구 대상이 되는 개체를 처리군과 대조군으로 랜덤하게 배정하여 관측하는 비교실험을 시행해야 하는데 이 연구에서는 모든 환자들이 처리군이 되어 IPAA의 효과를 나타내는 기준변수를 정의하여 반응군과 비반응군으로 분류하였기 때문에 IPAA의 사용으로 인한 순수한 효과를 객관적으로 관측하는데 어려움이 있다. 또한 본 연구에서 반응군이나 비반응군으로 분류된 기준을 바탕으로 새로운 환자를 분류하였기 때문에 자료 분석의 결과에서 보는 바와 같이 오분류율이 조절이 되지 않고 모든 방법들이 25%를 넘어서고 있다. 그 중에서도 선형판별분석과 이와 유사한 로지스틱 판별분석이 비교적 낮은 오분류율을 제시하고 있으나 실제 임상에서 적용할 수 있는 수준에는 매우 부족한 결과이다. 따라서 추후에 이러한 연구를 계획하는 경우에는 처리군과 대조군을 랜덤하게 배정하는 실험계획법을 시행하는 것이 연구의 목적을 달성하는데 매우 중요하다고 하겠다.

### 참고문헌

- 김기영, 전명식 (1997), 다변량 통계자료분석, 자유 아카데미.
- 이현석, 이승연, 박민선, 한대석 (2004), 반복측정자료 분석방법을 통하여 고찰한 IPAA의 효과에 관한 연구, 한국통계학회 춘계학술대회 Proceeding.
- Breiman L (1984), Classification and Regression Tree.
- Hastie T, Tibshirani R, Friedman J (2001), The Elements of Statistical Learning, Springer.
- Teehan BP, Schleiffer CR, Brown JM, Sigler MH, Rainondo J(1990), Urea kinetic analysis and clinical outcome on CAPD, A five year longitudinal study, Adv Perit Dial 6, 181-185.
- Twardowski ZJ, Khanna R, Nolph KD (1986), Osmotic agents and ultrafiltration in peritoneal dialysis, Nephron, 42, 93-101.
- Vapnik VN (1995), Statistical Learning Theory , Wiley.