Journal of Dental Hygiene Science Vol. 8, No. 3 pp. 169~173 (2008)

한국치위생과학회
THE KOREAN SOCIETY OF DENTAL HYGIENE SCIENCE

치간칫솔 사용에 따른 치면세균막 제거효과에 대한 비례오즈모형(proportional odds models) 적용

김진수† · 김지연[1] · 전홍석

인하대학교 통계학과, [1]인하대학교 입학처 전문위원

Application of Proportional Odds Models to the Effects of Removing Dental Plaque in Use of Proxabrush

Jin-Soo Kim†, Jee-Yun Kim[1] and Hong-Suk Jorn

Department of Statistics Inha University, Yong hyun-Dong, Nam-gu, Incheon, 402-751, Korea
[1]Division of Admission Inha University, Yong hyun-Dong, Nam-gu, Incheon, 402-751, Korea

Abstract As a result of analyzing the effects of removing dental plaque according to using proxabrush by using the proportional odds models, targeting patients of practicing oral prophylaxis in juniors for the Department of Dental Hygiene at S university from March 10, 2007 to June 3, 2007, the following conclusions were obtained. 1. The goodness-of-fit in the proportional odds models is 1.2552 whose degree of freedom is 3, and p value is .7398, thereby implying that the proportional odds models are appropriate. And, regarding the effects of removing dental plaque and the independent matter of using proxabrush, as the test on H_0:β=0, the test statistics is 15.5496 whose degree of freedom is 1, and p value is 15.5496. This implies that there is high correlation between the effect of removing dental plaque and the use of proxabrush. 2. ML estimate on β in the model can be $\hat{\beta} = 1.2493$(ASE = 0.3207). And, as for the tendency that the response will belong to being very good(this can be expressed to be $Y \le j$) rather than being very bad, the tendency of using proxabrush is higher by the estimated odds ratio $\exp(1.2493) = 3.49$ times than the response of not using proxabrush. 3. As for the estimated response in the proportional odds models, the estimated(cumulative) probability, which the response of using proxabrush is very good and will belong to the good effect of removing dental plaque, is 0.38(0.50).

Key words Dental plaque index, Proportional odds models, Proxabrush

서 론

치면세균막 관리는 치주병 예방을 위한 관리과정에서 중요한 술식으로 인식되고 있다. 한국인 전체의 치아발거 원인비중에서는 치아우식증이 가장 높지만, 35세 이상의 성인에서는 치주병이 차지하는 비중이 치아우식증 보다도 높다. 치아발거가 구강건강을 파탄시킨다는 점에서 치면세균막 관리는 구강건강유지에 필수적인 요소이다. 구강 내 치면세균막을 조절하는 데는 칫솔질이 가장 효율적이나 칫솔질만으로는 완벽한 관리를 할 수 없고 환자에 따라서는 각 개인에 적합한 보조구강위생용품을 적절히 사용함으로써 치면세균막 관리는 물론 치간 청결이나 치은 마사지 등의 효과를 높일 수 있다.

†Corresponding author
Tel: 041-350-1493
Fax: 041-350-1495
E-mail: jinsoo-4u@hanmial.net

보조구강위생용품 중 치간칫솔은 크기가 작고 시험관 닦는 솔과 같이 만들어져서 치간 사이에 적용시켜 협면에서 설면으로 안팎의 왕복운동을 하며 치간 사이와 치아 인접면을 닦는 기구이다[1]. Kiger 등[2]은 인반 칫솔과 치간 칫솔을 함께 사용하였을 때가 일반칫솔만 사용하였을 때와 일반칫솔과 치실을 사용하였을 때보다 치면세균막 제거가 더 효과적이라고 보고하였으며, Christou 등[3]은 치주질환환자로부터 치간 부위 치면세균막 제거효과를 조사한 결과 치간 칫솔의 사용으로 치면세균막 제거와 치주낭 깊이의 감소에 효과적이었다고 보고하였다. 그러나 치간 칫솔을 이용한 치면세균막 제거효과에 관한 연구가 국내에서는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 치간 칫솔을 이용하여 치아우식증과 치주병 원인에서 가장 중요한 요인인 치면세균막의 제거효과를 통계모형 중 비례오즈모형(proportional odds model)을 이용하여 정확한 추정확률을 알아보고자 한다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 2007년 3월10일부터 2007년 6월3일까지 충남 당진에 위치한 S대학 치위생과 3학년들의 치면세마 실습환자 248명을 대상으로 하였다. 치면 세마를 하기 전에 연구의 취지와 검사 방법을 설명한 후 치간 칫솔 사용 여부를 기록하고 치면세균막 지수(plaque index)를 측정하였다. 연구대상은 비확률 표본추출법인 편의추출법에 의해 선정하였다.

2. 연구방법

치면세균막 지수는 일반적으로 PHP index(Patient Hygiene Performance index)라고 하며 환자가 얼마나 자신의 치면세균막을 관리할 수 있는가 하는 것을 나타낸다. 대상치아는 #16, #11, #26, #36, #31, #46로 하고 이 중 #36과 #46치아는 설면을 나머지 치아는 협면을 검사하여 치면세균막 제거효과를 정량화하였다[4].

치면 착색제를 사용하여 해당치아의 협면 또는 설면을 5구획으로 분획하고 근심면, 원심면, 치아절단부, 치경부 및 순면의 한가운데 중앙부위의 모두 5면 중 치면세균막이 남아있는 부위에 1점을 부여하도록 한다. 한 개의 대상 치아 당 한 면만 검사하기에 최고치는 5점이 된다.

따라서 1점은 매우 양호, 2점은 양호, 3점은 보통, 4점은 불량, 5점은 매우 불량으로 구분하였다.

3. 분석방법

본 연구는 SAS(statistical analysis system ver 10.0)를 이용하여 연구대상자의 특성은 빈도와 백분율을 산출하였고 치간 칫솔사용에 따른 치면세균막 제거효과는 비례오즈모형(proportional odds models)을 사용하여 첫째, 로짓모형의 적합성 검정을 하고 둘째, 모수들의 추정과 검정을 하며 셋째, 비례오즈모형의 추정(누적)반응확률을 분석하였다.

비례오즈모형은 범주 1,……J를 갖는 반응변수 Y가 범주 j이하에 해당할 확률은

$P(Y \le j) = \pi_1 + \ldots + \pi_j,\ j = 1,\cdots,J$ 이다.

이를 j번째 누적확률(cumulative probability)이라 하는데 이들은 $P((Y \le 1) \le P((Y \le 2) \le \cdots \le P((Y \le J) = 1$ 인 순서적 성질을 갖는다.

처음 J-1개의 누적확률의 로짓은

$$\text{logit}[P(Y \le j)] = \log\left(\frac{P(Y \le j)}{1 - P(Y \le j)}\right)$$

$$= \log\left(\frac{\pi_1 + \cdots + \pi_j}{\pi_{j+1} + \cdots + \pi_J}\right),\ j = 1,\cdots,J-1$$

이 된다. 이를 누적로짓(cumulative logits)이라 한다.

일반적으로 순서형 로짓모형은 J-1개의 누적로짓 모두에 대한 구조(structure)를 동시에 제공한다.

예를 들면 J=3인 경우 로짓모형은 $\log[\pi_1/(\pi_2+\pi_3)$과 $\log[(\pi_1+\pi_2)/\pi_3)$모두를 포함하고 있는 구조이다.

누적로짓은 예측변수 X에 대해 다음과 같은 모형으로 생각할 수 있다.

$$\text{logit}[P(Y \le j/X = x)] = \alpha_j + \beta x,\ j = 1,\cdots,J\text{-}1$$

이 모형은 일반 로짓모형과는 달리 X의 효과를 $\beta(\beta = \beta_1 = \cdots = \beta_{J-1})$로 동일하게 가정하고 있다. 또한 X가 두 값 x_1과 x_2일 때 오즈비

$$\frac{P(Y \le j/X = x_2)/P(Y > j/X = x_2)}{P(Y \le j/X = x_1)/P(Y > j/X = x_1)}$$

는 누적확률과 그것들의 여집합(complement)을 이용하고 있다.

이 오즈비의 로그는

$$\log\left(\frac{P(Y \le j/X = x_2)}{P(Y > j/X = x_2)}\right) - \log\left(\frac{P(Y \le j/X = x_1)}{P(Y > j/X = x_1)}\right)$$

$$= \text{logit}[P(Y \le j/X = x_2)] - \text{logit}[P(Y \le j/X = x_1)]$$

$$= \beta(x_2 - x_1),\ j = 1,\cdots,J-1$$

가됨을 알 수 있다.

즉, X의 두 값 사이의 차에 비례하여 β는 $j = 1,\cdots,J-1$에 대하여 동일한 비례상수가 된다. 이로 인하여 모형을 비례오즈모형(proportional odds model)이라 한다[5].

특히 $\beta = 0$이면 X와 Y가 통계적 독립성을 만족한다.

본 연구의 치면세균막 지수는 5점 순위척도(1. 매우 양호 2. 양호 3. 보통 4. 불량 5. 매우 불량) 로 되어있다.

치간 칫솔 사용에 대한 변수 X는 가변수로 처리하여 치간 칫솔을 사용하면 x(예) = 1로, 치간 칫솔 사용하지 않으면 x(아니오) = 0으로 한다.

본 연구에서는 5점 순위척도의 치면세균막 지수를 순위반응변수로 갖는 모형으로

$$\text{logit}[Y(\le j/X = x)] = \alpha_j + \beta x,\ j = 1,\cdots,J-1 \text{ 이다.}$$

결 과

1. 연구대상자의 특성

연구대상자의 특성은 Table 1과 같다. 성별은 남자가 138명(55.6%)이고 여자가 110명(44.4%)으로 나타났다. 연령은 19-29세가 121명(48.8%), 30-39세가 25명(10.1%), 40-49세가 45명(18.1%), 50-59세가 42명(16.9%), 60-70세가 15명(6.0%)순으로 나타났다. 치간 칫솔 사용여부는

Table 1. General condition of survey

Division		Frequency(N)	Rate(%)
Gender	Total	248	100
	Male	138	55.6
	Female	110	44.4
Age	19-29	121	48.8
	30-39	25	10.1
	40-49	45	18.1
	50-59	42	16.9
	60-70	15	6.0
Proxabrush	Use	40	16.1
	Do not use	208	83.9

40명(16.1%)이 사용하고 있고 208명(83.9%)이 사용하지 않는 것으로 나타났다.

2. 치간 칫솔 사용에 따른 치면세균막 제거효과의 비례오즈모형

Table 2 는 치간칫솔 사용에 따른 치면세균막 제거효과의 분할표 이다.

치면세균막 제거효과는 5점 순위척도(1. 매우 양호 2. 양호 3. 보통 4. 불량 5. 매우 불량)로 되어있다.

치간칫솔 사용여부에 대한 변수 X는 가변수로 처리하여 치간칫솔을 사용하면 x(예) = 1로, 치간칫솔을 사용하지 않으면 x(아니오) = 0으로 한다. 이 자료에서는 5점 순위척도의 치면세균막지수를 순위반응변수로 갖는 비례오즈모형은 다음과 같다.

$$\text{logit}[P(Y \le j/X = x)] = \alpha_j + \beta x,\ j = 1, \cdots,\ J-1$$

3. 비례오즈모형의 적합성 검정 및 모수들의 추정과 검정

비례오즈모형의 적합도는 Table 3 의 Chi-Square 로 나타낸다. 이 통계량 값은 자유도가 3인 1.2552이고 p값이 .7398 으로 가정된 비례오즈모형이 적절함을 의미한다.

치면세균막 지수와 치간칫솔 사용의 독립성문제는 H_0:β = 0에 대한 검정을 한다. 이 검정을 위한 검정통계량은 Table 3 의 Likelihood Ratio에 나와 있으며 실제 이 값은 자유도가 1인 15.5496으로 p 값은 <.0001 이다. 이는 치면세균막 지수와 치간칫솔의 사용은 매우 연관성이 높음을 의미한다.

Table 4 로부터 모형의 β에 대한 ML추정치는 $\hat{\beta} = 1.2493$ (ASE = 0.3207)임을 알 수 있다. 따라서 어느 특정한 범주 j 에 대해서 치면세균막 지수가 매우 양호이다 의 반응이 매우 불량이다 보다는 매우 양호이다 에 속할(이를 $Y \le j$라 표현할 수 있다) 경향은 치간칫솔을 사용하지 않는다. 라는 반응에 비해 치간칫솔을 사용한다. 라는 경향이 추정오즈비 exp(1.2493)=3.49배 높다.

Table 3. Testing global null hypothesis: BETA=0

Test	Chi-Square	DF	Pr>Chisq
Score test for the proportional Odds Assumption	1.2552	3	0.7398
Likelihood Ratio	15.5496	1	<.0001
Score	14.8106	1	0.0001
Wald	15.1786	1	<.0001

Analysis of Proportional Odds Models

4. 비례오즈모형에 대한 반응범주의 추정(누적)확률

실제 관심은 치간칫솔을 사용한다. 라는 반응이 치면세균막 제거효과에 속할 추정(누적) 확률이다.

비례오즈모형의 추정반응확률의 식은 다음과 같다.

$$P(Y \le j) = \frac{\exp(\alpha_j + \beta x)}{1 + \exp(\alpha_j + \beta x)}$$

그러므로 j=1(매우 양호)에 대해서 치간칫솔을 사용 할 때 $\hat{\alpha}_1 = -3.2175$이고 $\hat{\beta} = 1.2493$ 이며 $x = 1$이므로 추정누적확률은

$$\frac{\exp[-3.2175 + 1.2493(1)]}{1 + \exp[-3.2175 + 1.2493(1)]} = 0.12$$

j=2(양호)에 대해서 치간칫솔을 사용 할 때 $\hat{\alpha}_2 = -1.2579$ 이고 $\hat{\beta} = 1.2493$ 이며 x =1이므로 추정누적확률은

$$\frac{\exp[-1.2579 + 1.2493(1)]}{1 + \exp[-1.2579 + 1.2493(1)]} = 0.50$$

j=3(보통)에 대해서 치간칫솔을 사용 할 때 $\hat{\alpha}_3 = 0.1021$ 이고 $\hat{\beta} = 1.2493$ 이며 $x = 1$이므로 추정누적확률은

$$\frac{\exp[0.1021 + 1.2493(1)]}{1 + \exp[0.1021 + 1.2493(1)]} = 0.79$$

j=4(불량)에 대해서 치간칫솔을 사용 할 때 $\hat{\alpha}_4 = 1.5399$ 이고 = 1.2493 이며 $x = 1$이므로 추정누적확률은

$$\frac{\exp[1.5399 + 1.2493(1)]}{1 + \exp[1.5399 + 1.2439(1)]} = 0.94$$ 이다.

Table 2. Distribution table of plaque removal effects of using proxabrush

Division		Dental plaque index					Total
		Very good(1)	Good(2)	General(3)	Bad(4)	Very bad(5)	
Proxabrush	Use	4	17	10	7	2	40
	Do not use	9	36	65	61	37	208
Total		13	53	75	68	39	248

Table 4. Analysis of maximum likelihood estimates

Parameter	DF	Estimate	Standard Error	Chi-Square	Pr>Chisq
Intercept 1	1	-3.2175	0.3040	111.9985	<.0001
Intercept 2	1	-1.2579	0.1614	60.7490	<.0001
Intercept 3	1	0.1021	0.1370	0.5555	0.4561
Intercept 4	1	1.5399	0.1780	74.7975	<.0001
$\hat{\beta}$	1	1.2493	0.3207	15.1786	<.0001

Intercept 1; j=1(Very good), Intercept 2; j=2(Good), Intercept 3; j=3(General), Intercept 4; j=4(Bad)

Table 5. The estimated(cumulative) probability of the response in the proportional odds models

Division		Dental plaque index				
		Very good	Good	General	Bad	Very bad
Proxabrush	Use	0.12	0.38(0.50)	0.29(0.79)	0.15(0.94)	0.06(1.00)
	Do not use	0.04	0.18(0.22)	0.31(0.53)	0.29(0.82)	0.18(1.00)

즉, Table 5의 치간칫솔을 사용한다. 라는 반응이 매우 양호한 치면세균막 제거효과에 속할 추정확률은 0.12이다.

치간칫솔을 사용한다. 라는 반응이 양호한 치면세균막 제거효과에 속할 추정(누적)확률은 0.38(0.50)이다.

치간칫솔을 사용한다. 라는 반응이 보통의 치면세균막 제거효과에 속할 추정(누적)확률은 0.29(0.79)이다.

치간칫솔을 사용한다. 라는 반응이 불량의 치면세균막 제거효과에 속할 추정(누적)확률은 0.15(0.94)이다.

치간칫솔을 사용한다. 라는 반응이 매우 불량한 치면세균막 제거효과에 속할 추정(누적)확률은 0.06(1.00)이다.

고 찰

우리국민의 구강건강을 파탄시키는 대표적인 구강병은 치아우식증과 치주병이다. 치아우식증과 치주병은 공히 치면세균막(dental plaque)에 서식하는 세균(bacteria)에 의해 발생되는 감염성 질환(infectious disease)이라는 공통점을 지닌다. 따라서 치아우식증과 치주병을 적절히 관리하기 위해서는 치면세균막을 관리할 필요성이 있다. 또한 치주질환을 야기 시키는 치면세균막은 치아상실의 중요한 인자로 작용하므로 예방 및 계속유지관리가 중요하다[6].

치면세균막은 완벽히 제거되더라도, 제거 후 2시간 후면 다시 재 부착되기 시작하여 이틀 경과후면 2배의 양적 증가를 보이는 특성을 지닌다. 또한, 양치(rinsing)로는 제거되지 않고, 물리적인 힘(brushing or flossing 등)이 반드시 요구된다. 이러한 치면세균막의 특성으로 인하여, 개인의 구강건강수준은 개인별 치면세균막 관리능력과 밀접한 연관을 지닌다. 대표적인 개인별 치면세균막 관리방법이 칫솔질이다. 그러나 치면세균막 관리의 가장 기본이 되는 칫솔질은 기존 칫솔질 방법과 새로운 칫솔질 방법을 이용한 실험연구결과 치간 부위가 넓게 벌어진 상태에서도 치면세균막이 잘 닦여지지 않은 채 남아있는 부분이 많았다는 보고[7]와 함께 치면세균막 제거가 어려운 치간 부위는 치간칫솔을 적절히 사용함으로써 치면세균막 관리는 물론 치간 청결이나 치은 마사지 등의 효과를 높여 치아수명을 연장시킬 수 있다[8].

본 연구는 치간 칫솔 사용에 따른 치면세균막 제거효과를 연구하였다. 치면세균막 제거효과는 5점 순위척도(1. 매우 양호 2. 양호 3. 보통 4. 불량 5. 매우 불량)로 되어있다.

치간칫솔 사용여부에 대한 변수 X는 가변수로 처리하여 치간칫솔을 사용하면 x(예)= 1로, 치간칫솔을 사용하지 않으면 x(아니오)= 0으로 한다. 이 자료에서는 5점 순위척도의 치면세균막 지수를 순위반응변수로 갖는 비례오즈 모형은 다음과 같다.

$$\text{logit}[P(Y \le j/X = x)] = \alpha_j + \beta x,\ j = 1, \cdots,\ J-1$$

비례오즈모형의 ML적합결과는 $\hat{\beta} = 1.2498$(ASE= 0.3207)이다. 따라서 어느 특정한 범주 j 에 대해서 치면세균막 제거효과가 매우 양호의 반응이 매우 불량보다는 매우 양호에 속할 (이를 $Y \le j$라 표현할 수 있다) 경향은 치간칫솔을 사용하지 않는다. 라는 반응에 비해 치간칫솔을 사용한다. 라는 경향이 추정오즈비 exp(1.2493)=3.49배 높다. 이 오즈비에 대한 95% 신뢰구간은 $\exp(1.2493 \pm 1.96 \times 0.3207) = (1.87, 6.54)$이다. 따라서 강한 연관성이 존 재하며 치간칫솔을 사용하는 집단이 사용하지 않는 집단에 비해 치면세균막 제거효과가 더 양호한 경향을 띠고 있음을 알 수 있다.

이상과 같이 치간칫솔이 치면세균막 제거에 높은 영향을 미치는 것으로 나타났으나 칫간칫솔의 사용용도는 치간이 넓은 환자, 치은퇴축이 심한 치주질환환자나 치주수술을 받은 환자 및 고정성보철물이나 교정 장치를 장착하고 있거나 인공치아 매식물 부위 사용 등 다양하므로 치간칫솔 사용에 대하여 일반화하기는 어렵다고 생각된다.

이와 같은 연구의 제한점에도 불구하고 치간칫솔 사용에 따른 치면세균막 제거효과를 제시함으로써 향후 다양한 모양과 크기의 치간 칫솔의 치면세균막 제거효과를 지속적으로 연구하여야 할 것으로 사료되었다.

요 약

본 연구는 2007년 3월10일부터 2007년 6월3일까지 충남 당진에 위치한 S대학 치위생과 3학년들의 치면세마 실습환자 248명을 대상으로 치간칫솔 사용에 따른 치면세균막 제거효과를 비례오즈모형(proportional odds models)을 사용하여 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 비례오즈모형의 적합도는 자유도가 3인 1.2552이고 p값이 .7398로 비례오즈모형이 적절함을 의미하고 치면세균막 제거효과와 치간칫솔 사용의 독립성문제는 H_0:β = 0에 대한 검정으로 검정통계량은 자유도가 1인 15.5496이고 p 값은 <.0001 이다. 이는 치면세균막 제거 효과와 치간칫솔의 사용은 매우 연관성이 높음을 의미한다.

2. 모형의 β에 대한 ML추정치는 $\hat{\beta} = 1.2493$(ASE = 0.3207)임을 알 수 있고 반응이 매우 불량이다 보다는 매우 양호하다 에 속할(이를 라 표현할 수 있다) 경향은 치간칫솔을 사용하지 않는다. 라는 반응에 비해 치간칫솔을 사용한다. 라는 경향이 추정오즈비 exp(1.2493) = 3.49배 높다.

3. 비례오즈모형의 추정반응은 치간칫솔을 사용한다. 라는 반응이 매우양호와 양호한 치면세균막 제거효과에 속할 추정(누적)확률은 0.38(0.50)이다.

참고문헌

1. Kim JB, Baek DI, Mun HS, et al.: Clinical preventive dentistry. 4th edition. Gomunsa, pp.144, 2005.
2. Kiger RD, Nylund F, Feller RP: A comparison of proximal plaque removal using floss and interdental brushes. J Clinical Periodontal 17(2): 681-684, 1991.
3. Christou V, Timmerman MF, Van der Velden U, Van der Weijden FA: Comparison of different approaches of interdental brushes versus dental floss. J Periodontal 69(1): 759-764, 1998.
4. Yang JS, Kim DG: The effect of automatic and manual brushes on removing plaque and alleviating gingivitis. J KADH 29(2): 164-171, 2005.
5. Park TS, Lee SY: Introduction to analysis on categorical data. Freedom Academy, Seoul, pp.260-263, 1998.
6. Kim JG, Chae JG, Jo GS: Clinical periodontal studies. 2nd edition. Uichihaksa, pp.74, 1992.
7. Miyazaki A, Sato H, Sano a, Imade S, Ogura H: Relation between size of interdental space and passage hole diameter of interdental brushes. J Dent Res 83(spec IssB)abstract No 1, 2003.
8. Sim HS, Kim DG: The plaque removal effect of the interdental brush according to its head types. J KADH 29(2): 360-367, 2005.

(Received June 19, 2008; Accepted September 13, 2008)