

대한치과교정학회지(KJO)와 미국교정학회지(AJODO)에서 사용된 통계기법의 비교분석 및 고찰(1999-2003)

임 회 정

본 연구는 1999-2003년 사이에 출판된 대한치과교정학회지(KJO)의 논문 247편과 American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics (AJODO)의 논문 250편들이 사용하고 있는 통계기법들을 연도 별로 조사, 비교하였다. 각각의 저널에서 어떠한 통계기법들이 자주 사용되었는지, 최근들어 통계기법의 변화가 있었는지, 자주 쓰이는 통계기법들에 대한 주의할 점을 고려했는지, 어떠한 고급통계기법을 사용하였는지를 살펴보았다. KJO는 이 기간 동안의 모든 논문을 연구대상으로 하였고 AJODO는 각 해마다 50편의 논문을 original article이면서 통계기법을 사용한 논문들 중에서 무작위로 추출하였다. 빈번히 사용된 통계기법은 KJO의 논문에서는 t-검정, 분산분석, 상관분석, 비모수분석, 회귀분석, χ^2 -검정, 요인 분석의 순이었고 AJODO의 논문에서는 t-검정, 분산분석, 비모수분석, 상관분석, 회귀분석, χ^2 -검정, 요인분석의 순이었다. 5년 동안의 통계기법의 변화를 살펴본 결과 KJO에서는 유의한 변화를 관찰할 수 없었으나($\chi^2=17.38$, $p=0.6881$) AJODO에서는 유의한 변화를 관찰할 수 있었다($\chi^2=42.41$, $p=0.0397$). 각 통계분석에 해당하는 가정의 점검을 간과한 경우가 있었으며 통계 분석 전에 이상치 등의 자료의 탐색이 필요하며 소표본의 경우 좀 더 다른 통계적 접근 방법이 필요하다. 고급통계 기법으로는 KJO에서는 인자분석과 판별분석을 통해 부정교합자에게 적용이 가능한 골격유형의 감별기준을 도출하였고 AJODO에서는 다기관센터를 통한 임상시험에서 ITT분석을 실시하였으며 생존분석 및 GEE분석을 실시하였다. 단순한 통계기법만으로는 정확한 자료의 분석이 행해졌다고 보기는 어렵고 자료와 가설에 맞는 단변수 분석 후의 다변량 통계 분석 방법을 통하여 정확한 결론을 유추해 내는 노력이 필요하다. 치과학 분야의 자료의 특성 중 하나는 서로 상관관계가 높으며 반복 측정치를 가지는 것인데, 올바른 통계기법을 도입하여 그 결과에 대한 바른 해석을 할 수 있도록 해야 하겠다.

(주요 단어 : 통계기법, 대한치과교정학회지, 미국치과교정학회지)

서 론

서울대학교 원자력영향역학연구소, 선임연구원.

교신저자 : 임회정

서울시 종로구 연건동 28

서울대학교 원자력영향역학연구소 / 02-740-8321

nickjr@hanmail.net14

원고접수일 : 2004년 9월 14일 / 원고최종수정일 : 2004년 10월 1일

/ 원고채택일 : 2004년 10월 2일

* 본 연구는 2002-2004년도 한국과학재단 유망여성과학자 경쟁력강화 연구지원 #R03-2002-000-00034-0을 받아 수행되었음.

인간의 건강과 질병에 대한 이해, 예방, 건강증진, 삶의 질적 향상을 위한 의학연구는 올바른 결과의 유추를 위해 과학적인 접근 방법인 통계학을 적용하여 왔다. 최근 들어 통계학에 대한 일반 인식이 급속히 높아졌을 뿐 아니라, 1980년대 이후 널리 보급된 컴퓨터와 간편해진 통계 소프트웨어의 사용으로 많은 연구자들이 직접 자신의 자료를 분석할 수 있게 되었다.

이에 따라 올바른 통계적 기법의 사용과 그 결과에 대한 바른 해석이 중요한 문제가 되고 있다. 치과학 분야는 의학이나 약학, 간호학, 혹은 다른 사회계열 학문과는 다른 자료의 특성을 가지고 있어 통계학자들은 그 학문의 자료의 특성에 맞는 통계기법을 발전시킬 필요가 있으며 치과학자들은 올바른 통계기법을 적용하고 사용하여야 한다. 본 논문은 이러한 필요성에 근거하여 치과학 논문에서 사용되어온 통계기법의 특성과 각 종류에 대한 고찰을 하고자 한다.

본 연구와 유사한 연구로 교육학, 행정학 등의 사회과학의 여러 분야와 의학의 전문학술지에 게재된 논문을 대상으로 통계적 기법 활용에 대한 연구가 이루어진 바 있다.¹⁻⁶⁾ 유아교육 분야에서는 박정옥과 엄용환(2002)이 1997-2001년 사이에 유아교육연구에 발표된 186편의 논문에서 사용된 여러 통계기법의 사용상의 문제점을 파악하고 적절한 대안을 제시하였고,¹⁾ 교육학 분야에서는 이신동과 이혜원(1997)이 1984-1993년 사이에 Journal of Educational Psychology에서 사용된 통계기법들의 연도별 변화추이와 이 기간 동안 교육심리학자들이 어떤 통계기법을 선호하는지를 알아보았다.²⁾ 행정학 분야에서는 권경득(1996)이 1967-1995년 사이에 한국행정학보에 게재된 541편의 논문에 대해 통계기법 사용 실태를 조사하였다.³⁾ 의학 분야에서는 박명희 등(2003)이 대한안과학회지 2000년 1월호부터 3월호까지 발표된 46편의 논문을 대상으로 통계방법의 종류, 기술, 타당성, 결과해석의 적절성을 점검하였다.⁴⁾

본 연구는 1999-2003년 사이에 출판된 대한치과교정학회지(KJO)의 논문 247편과 American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics (AJODO)의 논문 250편이 사용하고 있는 통계기법들을 연도별로 조사, 비교하고 한국과 미국의 치과 교정학 분야에서의 통계기법의 동향을 파악하여 치과학 분야의 발전을 도모하고자 하며 각각의 저널에서 어떠한 통계기법들이 주로 사용되었는지, 최근으로 오면서 통계기법의 변화가 어떠한지, 자주 쓰이는 통계기법들에 대한 주의점을 조사 및 비교하였다.

연구대상 및 방법

연구대상

본 연구를 위해 1999-2003년 사이(5년)에 출판된 KJO의 논문 247개와 AJODO의 논문 250개를 연구의

대상으로 선정하였다. KJO의 논문은 1999년에는 5호가 2000-2003년 사이에는 6호가 발간되어 5년간 총 5권 29호가 발간되었고, AJODO의 논문은 매달 한 호씩 발간되어 5년간 총 10권 60호가 발간되었다. KJO의 논문의 경우는 5년간 발간된 29호에 실린 모든 논문을 연구대상으로 하였고 AJODO의 논문의 경우는 각 해마다 50편의 원저이면서 통계기법을 사용한 논문들 중에서 무작위로 추출하였다.

자료수집 방법

1999-2003년 사이에 KJO와 AJODO에 수록된 연구논문을 읽고 거기에서 언급된 통계기법을 찾는 방법으로 자료를 수집했는데 자료를 수집하는 방법은 다음과 같은 기준으로 수행하였다.

AJODO에 수록된 연구논문 중 원저이면서 통계기법을 사용한 논문들만을 대상으로 하였고 각 해에 실린 연구논문들을 순서에 의거해 번호를 매겨 random digit number를 생성하여 50개의 연구논문을 추출하였다.

기초통계량(평균, 표준편차, 백분율, 비율)은 모두 기술통계로 간주하였다.

기술통계와 추리통계를 함께 사용한 논문은 추리통계를 사용한 논문으로 분류하였다.

연구대상으로 선택된 1999-2003년의 기간 동안 KJO와 AJODO의 논문에 한번 이상 사용된 통계방법을 모두 수집하여 종류별로 파악한 후 각 통계방법이 사용된 빈도를 파악하였고 이때 한 논문에서 통계방법이 반복 사용된 경우는 1회만 누적 합산하였다.

적용된 통계방법은 각 논문의 연구방법에서 통계 적용에 대해 기술한 내용과 표에 기술한 내용을 기준으로 파악하였다.

통계기법의 분류

표1에서 기술통계를 사용한 논문이란 평균, 표준편차, 백분율, 빈도 등의 단순 통계량을 제시한 논문을 가리키며, 추리통계를 사용한 논문은 분산분석, 상관분석, 회귀분석, 비모수분석, 요인분석 등의 통계적 추론을 실시한 논문을 지칭한다. 기술통계와 추리통계를 함께 사용한 논문은 추리통계를 사용한 논문으로 분류하였다.

표2와 표3에 여러 개의 통계기법이 제시되어 있으

Table 1. Distribution of descriptive statistics and inference in the Korean Journal of Orthodontics by year (%)

Year	Non-statistical Research	Statistical Research		Total
		Descriptive Statistics	Inference	
1999	5 (10.4)	7 (14.6)	36 (75.0)	48
2000	13 (20.3)	6 (9.4)	45 (70.3)	64
2001	22 (41.5)	8 (15.1)	23 (43.4)	53
2002	10 (24.4)	3 (7.3)	28 (68.3)	41
2003	11 (26.8)	3 (7.3)	27 (65.9)	41
Total	61 (24.7)	27 (10.9)	159 (64.4)	247

며 KJO와 AJODO에서 쓰여진 통계기법의 사용법들을 간략하게 정의하면 다음과 같다.

t-검정은 연속형 자료에서 두 집단 간의 모평균의 차이를 알아보기 위한 방법으로 이는 다시 독립표본 합동t-검정과 주로 동일한 집단에서 시술 전후의 차이 혹은 짝을 이룬 값들의 차이를 알아보기 위한 방법으로 대응표본 t-검정이 있다. 치과학 분야에서는 대응표본 t-검정이 많이 사용되었으며 t-검정을 사용하기 위한 가정은 정규성과 등분산성이 있다.

ANOVA(분산분석)는 연속형 자료에서 세 집단 이상의 모평균의 차이를 알아보기 위한 방법으로 분산분석에서 귀무가설이 기각되었을 때 다중비교 혹은 사후검정으로 어떤 그룹의 평균이 다른 그룹의 평균과 다른가를 검정할 수 있다.

상관분석은 두 연속변수가 서로 통계적으로 관련성이 있는지 확인하고자 할 때 쓰이는 방법이며 보편적으로 Pearson 상관계수로 표현하는데 이 값은 이상치(outlier)에 크게 영향을 받기 때문에 이에 대한 고려가 필요하다.

회귀분석은 하나의 종속변수와 하나 이상의 독립변수들 간의 관련성을 규명할 수 있는 수학적 모형을 측정된 변수들의 자료로부터 추정하는 통계적 방법이다. 회귀분석에서 가장 중요한 문제인 다중공선성의 문제를 해결하기 위해 유의하지 않은 변수를 제거한 다음에 다시 회귀분석을 실시하는 것이 바람직하다.

비모수 통계기법은 모집단의 분포에 대한 아무런 정보가 없는 경우 사용하는 기법으로 두 개의 독립된 자료에 대해서 모수적인 방법으로는 합동 t-검정을 사용하는 반면 비모수적인 방법으로는 Mann-Whitney U test를 사용한다. 또한 두 개의 짝지은 자료에 대해서 모수적인 방법으로는 대응비교 t-검정을 사

용하는 반면 비모수적인 방법으로는 Wilcoxon signed rank test를 사용한다. 상관분석에서 사용된 Pearson 상관계수 대신에 비모수적인 방법으로는 Spearman 상관계수나 Kendall 상관계수를 사용한다. 분산분석의 비모수적인 방법으로는 Kruskal-Wallis ANOVA를 사용한다. 두 논문의 사용현황을 비교하기 위해서 위에서 언급한 분석법들을 비모수 기법으로 포함시켰다.

요인분석(Factor Analysis)은 수많은 변수들을 변수들간의 상관관계를 이용하여 유사한 변수들끼리 묶어주는 다변량 통계기법 중의 하나인데 이를 통하여 변수의 수를 줄일 수 있으나 정보의 손실이 발생할 수 있다. 요인추출법으로는 주성분분석(principal component analysis), 주요인분석 (principal factor analysis), 최우요인분석(maximum-likelihood factor analysis) 등이 있다.

Chi-Square 검정은 범주형 자료의 분석법으로서, 두 개 변수의 관측값이 분할표의 형태로 주어지는 경우 두 변수가 독립인지 상관이 있는지를 알아보기 위해 시행하는 방법이다. 분할표에서 각 칸의 기대빈도수가 5 이하일 때는 Fisher's exact test를 사용한다.

연구결과

KJO와 AJODO에서 사용된 통계기법의 사용빈도 및 분포

표1은 1999-2003년 사이에 KJO에 게재된 논문들 중에 통계기법을 이용한 논문들의 빈도를 보여준다. 통계기법을 이용한 논문은 총 186편으로 전체의 75.3%를 차지하고 있다. 이 중에서 27편은 기술통계를 사용하였고 159편은 추리통계를 사용하였다.

Table 2. Distribution of the statistical techniques in the Korean Journal of Orthodontics by year (%)

Categories	1999	2000	2001	2002	2003	Total
t-test	21 (30.4)	32 (42.1)	16 (30.8)	22 (42.3)	14 (31.1)	105 (35.7)
ANOVA	16 (23.2)	15 (19.7)	12 (23.1)	14 (26.9)	9 (20.0)	66 (22.4)
Correlation	14 (20.3)	13 (17.1)	12 (23.1)	6 (11.5)	7 (15.6)	52 (17.7)
Non-parametric	8 (11.6)	8 (10.5)	6 (11.5)	2 (3.8)	7 (15.6)	31 (10.5)
Regression	5 (7.2)	7 (9.2)	5 (9.6)	1 (1.9)	5 (11.1)	23 (7.8)
Chi-square test	3 (4.3)	0 (0.0)	0 (0.0)	4 (7.7)	1 (2.2)	8 (2.7)
Factor analysis	2 (2.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (1.9)	1 (2.2)	4 (1.4)
Etc.	0 (0.0)	1 (1.3)	1 (1.9)	2 (3.8)	1 (2.2)	5 (1.7)
Total	69	76	52	52	45	294

$\chi^2=12.31, p=0.7226$

Table 3. Distribution of the statistical techniques in the American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics by year (%)

Categories	1999	2000	2001	2002	2003	Total
t-test	24 (27.3)	37 (31.6)	25 (24.3)	22 (21.6)	19 (13.0)	127 (22.8)
ANOVA	22 (25.0)	14 (12.0)	23 (22.3)	27 (26.5)	29 (19.9)	115 (20.7)
Correlation	9 (10.2)	19 (16.2)	11 (10.7)	13 (12.7)	16 (11.0)	68 (12.2)
Non-parametric	13 (14.8)	22 (18.8)	18 (17.5)	18 (17.6)	23 (15.8)	94 (16.9)
Regression	8 (9.1)	6 (5.1)	10 (9.7)	5 (4.9)	15 (10.3)	44 (7.9)
Chi-square test	5 (5.7)	6 (5.1)	6 (5.8)	6 (5.9)	9 (6.2)	32 (5.8)
Factor analysis	1 (1.1)	1 (0.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (1.4)	4 (0.7)
Etc.	6 (6.8)	12 (10.3)	10 (9.7)	11 (10.8)	33 (22.6)	72 (12.9)
Total	88	117	103	102	146	556

$\chi^2=42.41, p=0.0397$

표2는 KJO에 게재된 논문들 중에 기술통계를 제외한 추리통계를 사용한 159편의 논문에서의 구체적인 통계기법을 연도별로 분류하였다. 1999-2003년 사이에 KJO에 게재된 논문에서 빈번히 사용된 통계기법은 t-검정(35.7%)과 분산분석(22.4%), 상관분석(17.7%)이었다. 이 분석법들은 전체의 70%가 넘는다. 그 나머지 분석법으로는 비모수분석(10.5%), 회귀분석(7.8%), Chi-Square 검정(2.7%), 요인분석(1.4%) 등의 순이었다. 기타에 포함되는 분석법으로는 2000년과 2003년에는 판별분석이, 2001년에는 Mc Nemar's test가, 2002년에는 Kappa값과 Kendall의 일치계수 등이 사용되었다. 1999-2003년 동안에는 여기에서 사용된 통계기법에 유의한 변화가 없었다는 것을 알 수 있었다($\chi^2=12.31, p=0.7226$). 여기서 각 칸의 기대빈도수가 5이하인 경우

는 셀의 빈도수를 합쳤다. 즉, 회귀분석과 χ^2 검정, 요인분석과 기타를 합쳐서 χ^2 검정을 하였다.

표3은 AJODO에서 1999-2003년 사이에 추리통계를 사용한 250편의 논문에서의 구체적인 통계기법을 연도별로 분류하였다. 여기서 빈번히 사용된 통계기법은 t-검정(22.8%)과 분산분석(20.7%), 비모수분석(16.9%)이었다. 그 나머지 분석법으로는 상관분석(12.2%), 회귀분석(7.9%), Chi-Square검정(5.8%), 요인분석(0.7%) 등의 순이었다. 기타에 포함되는 분석법으로는 1999년에는 Mc Nemar's test, power analysis, Weibull analysis, 정규성 검증을 위한 Kolmogorov-Smirnov test등이 사용되었고, 2000년에는 Mc Nemar's test, 판별분석, Kappa값, Survival analysis, Coefficient of Variance, Variance Component model, 정규성 검증을

위한 Kolmogorov-Smirnov test, Skewness와 Kurtosis 통계량 등이 사용되었고, 2001년에는 Weibull analysis, Logistic regression, Survival analysis, multi-level test, 정규성 검증을 위한 Skewness와 Kurtosis 통계량 등이 각각 사용되었다. 2002년에는 판별분석, Fisher's exact test, Weibull analysis, Logistic regression, Hosmer-Lemeshow Goodness-of-fit test, 정규성 검증을 위한 Kolmogorov-Smirnov test, Skewness와 Kurtosis 통계량 등이 사용되었고, 2003년에는 Mc Nemar's test, Fisher's exact test, Weibull analysis, Logistic regression, Survival analysis, Generalized linear regression, Generalized Estimating Equations (GEE), Kappa값, Multilevel test, 임상시험에서의 ITT분석, Missing data, Proportional odds model, Hotelling's T^2 , Levene test for Equality of Variances, 정규성 검증을 위한 Kolmogorov-Smirnov test, Q-Q plot, Shapiro-Wilk test 등이 사용되었다. 1999년에는 기타에 포함되는 분석법이 6가지였고 2000-2002년까지는 매년 10-12가지로 거의 변함이 없었다. 그러나 2003년에 들어서면서 33가지의 다양한 통계기법이 사용되었음을 보여주었다. 통계적으로도 1999-2002년, 4년 사이에는 통계기법에 유의한 변화가 관찰되지 않았으나($\chi^2=17.38$, $p=0.6881$), 1999-2003년, 5년 동안에는 여기에서 사용된 통계기법에 유의한 변화가 나타난 것을 알 수 있었다($\chi^2=42.41$ $p=0.0397$). 여기서 Mc Nemar's test, Weibull analysis, Kolmogorov-Smirnov test, Fisher's exact test, GEE 등은 비모수 통계기법에 속하나 여기서는 기타에 속하게 하여 사용된 통계기법의 종류를 보여주고자 하는데 의의를 두었다.

KJO와 AJODO에서 사용된 통계기법의 사용 및 응용현황

t-검정을 사용하기 위한 가정은 정규성과 등분산성이 있는데 표본 크기가 클 때는 정규성의 가정이 유효하다고 볼 수 있으나 표본 크기가 작을 때는 정규성의 검정이 필요하다. 모집단의 분포가 정규분포 인지를 알아보기 위해 AJODO에서는 skewness 혹은 kurtosis statistic과 Kolmogorov-Smirnov test를 사용하여 검정하였고 2003년도에 들어서서는 Q-Q plot을 사용하는 등 정규성을 검정하는 방법도 다양해졌다.

ANOVA를 한 후 사후검정을 실시하는데 모집단들

이 등분산을 가진다고 가정한 경우 Tukey, Duncan, Scheffe 등의 방법을 사용하는데 KJO와 AJODO 모두에서 이 방법들이 많이 쓰였다. MANOVA(다변량 분산분석)는 분산분석을 확장한 방법으로 종속변수의 수가 2개 이상일 경우에 이용되며 두 저널의 논문들 중의 일부가 이 분석법을 사용하였다. 그러나 AJODO의 한 논문에서는 다변량 유의검정으로 Wilks' lambda, Hotelling-Lawley's Trace, Pillai's Trace 등을 사용하였다.

비모수분석은 KJO와 AJODO에서 공히 연구방법에서 언급된 주요방법들이 사용되었는데 KJO보다 AJODO에서 더 다양한 방법들이 사용되었다. 예를 들어 동일개체에 대해 반복 측정을 하는 Repeated measures of ANOVA의 비모수적 접근인 Friedman test(관측척도가 범주형)가 사용되었고 모집단의 정규성을 검증할 때에도 Kolmogorov-Smirnov test 등을 사용하였다.

회귀모형의 유의한 변수를 선택하는 방법으로는 Forward selection, Backward elimination, Stepwise selection 등이 있는데 KJO의 한 논문에서는 통계적으로 매우 유의한 변수들만을 모형에 포함시켰다. 그러나 통계적으로는 유의하지 않더라도 임상적으로 관련이 있다고 알려진 변수들도 회귀모형에 포함하여 임상적으로도 적합한 최종의 회귀모형을 만드는 것이 나올 것으로 생각되었다. 상관분석은 거의 모든 논문에서 다루어졌으나 이상치를 고려하지 않은 논문들도 자주 눈에 띄었다.

기타에 해당하는 기법으로 AJODO의 논문 중에 교정밴드 재료를 중 기준에 사용하던 것과 새로운 재료의 생존시간을 비교하려는 가설에 대해 Survival data analysis 기법을 사용한 것을 들 수 있다. 생존시간을 비교하였고 두 그룹간의 유의한 차이가 있는지를 log rank test를 통해 더 명확한 결론을 내렸다. 또한 부정교합과 관련된 논문에서 10명의 쉬운 경우와 10명의 어려운 경우를 비교하여 부정교합의 심각성, 환자의 특성, 치료의 특성에 따라 세 개의 Logistic regression model을 개발하였다. 그러나 여기서도 Logistic 회귀분석법을 쓰기에는 표본수가 너무 작으므로 정규근사보다는 말 안장점 근사를 적용시킨다면 참값에 가까운 p-값을 얻을 수 있다. 영국의 다기관 센터에서 부정교합을 줄이기 위해 twin-block appliance를 가지고 8-10세 사이의 아동들을 대상으로 임상시험을 실시하였는데 여기서 missing value들을 회귀계수들을 이용해서 데이터를 대치했다.

KJO와 AJODO에서 사용된 고급통계기법의 적용현황

위에서 조사해 본 결과 KJO에서는 주로 t-검정, 분산분석, 이에 대응하는 비모수 기법, 상관분석, 회귀분석 등이 사용되었는데, 이외에도 좀더 색다르게 분석을 한 논문들을 살펴보면 대단위 구강검진 중 선발된 정상교합자 중 서로 상관되어 있는 변수들 사이의 복잡한 구조를 잠재적인 공통인자를 이용하여 설명하는 분석기법인 인자분석을 통하여 18개의 골격 계측항목 중에서 전후방적인 골격관계를 나타내는 인자와 수직적 골격관계를 나타내는 인자를 추출하여, 어떤 개체들을 밀접하게 유사한 특성을 지닌 개체들로 집단화하는 분석방법인 군집분석에 다시 적용하여 정상교합자의 골격형을 9개의 군으로 분류하여 정상교합자의 전후방적, 수직적 악골관계가 매우 다양함을 보인 논문이 있었다.⁷⁾ 또한 그 후속으로 전후방 및 수직적 골격형에 따라 선험적으로 9 개의 유형으로 분류된 정상교합자의 치아치조부 보상기전의 양상을 분석하고 이를 임상적으로 부정교합자에게 적용이 가능한 신뢰성있고 간편한 골격유형의 감별기준을 도출하는 판별 분석을 한 논문이 있었다. 판별분석이란 이미 알려진 상호배반적인 몇 개 집단에 속하는 관측치들에 대하여 각 집단의 차이를 분류할 수 있는 변수들과 함수를 추정하여 소속집단이 알려지지 않은 새로운 관측치를 추정된 함수로 특정집단에 분류시키는 분석기법인데 이 논문에서는 9개의 골격유형을 분류할 수 있는 4개의 변수를 구할 수 있었으며, 이들 4개의 변수로 이루어진 판별 계수로 전체표본의 88%를 정확하게 분류한 논문이었다.⁸⁾ 이외에도 고급통계 기법을 사용하여 분석한 논문이 다수 있었다.

AJODO의 논문 중에서는 회귀분석시 주효과(main effect) 뿐 아니라 상호작용 효과(interaction effect)의 다중공선성(multicollinearity) 존재 여부를 검토한 후 가장 적합한 회귀모형을 적용한 논문이 있었으며 위에서 설명한 것처럼 다기관 센터를 연결하여 임상시험을 실시하여 ITT(Intention-To-Treat) 분석을 한 것도 있다는 것은 주목할 만한 점이었다. ITT 분석법은 선정/제외 기준에 적합하고 임상시험 참여에 자발적으로 동의한 모든 피험자 중 임상시험계획서의 위반이나 중도 탈락과는 상관없이 무작위배정을 받은 모든 환자를 대상으로 시행되며 결과분석의 일반적 원칙으로 하는 분석법이다. 또한 χ^2 분석을 할 때에도 각 cell의 빈도수가 작거나 missing이 많아 교차분석이 부적합한 경우에 Fisher's exact test를 적용하였

다. 임상시험에서 반복 측정되는 동일한 개체에 대하여 GEE 분석을 한 논문도 있었다.

고 찰

먼저 1999-2003년 사이에 KJO에 게재된 논문들 중에서 통계적 방법을 사용한 연구의 비중이 높다는 것을 연구결과에서 보였다. 빈번히 사용된 통계기법은 KJO의 경우 t-검정, 분산분석, 상관분석, 비모수방법, 회귀 분석의 순이었고 AJODO의 경우는 t-검정, 분산분석, 비모수방법, 상관분석, 회귀분석의 순이었다. KJO의 논문들에서는 상관분석이 비모수방법보다 더 많이 사용되었고 AJODO에선 비모수방법이 상관분석보다 더 많이 사용되었다. 그러나 단순히 비모수방법이 상관분석보다 많이 사용되었다고 말하기는 어렵다. 여기서 사용된 방법들은 독립표본 합동 t-검정, 대응표본 t-검정, 상관계수, 분산분석 등의 비모수적인 접근이기 때문이다. 예를 들어 t-검정 통계량은 모집단의 정규분포 가정이 거의 만족되는 경우에는 아주 좋은 검정 통계량이 되지만 모집단의 분포가 정규분포와는 전혀 다른 분포, 특히 꼬리 부분이 두터운 분포를 갖는 경우에는 검정력이 떨어지는 통계량이 되는 것이다. 이와 같은 단점을 줄이기 위해 모집단의 분포에 대한 아무런 정보가 없는 경우 모집단에 대한 구체적인 분포를 가정하지 않고 이론을 전개해 나가는 비모수방법을 사용하는 것이 바람직하다.

빈번히 사용된 통계기법의 종류는 국내와 국외에서 거의 비슷하였으나 1999-2003년 5년 동안의 통계기법의 변화를 살펴본 결과 국내논문 KJO에서는 유의한 변화를 관찰할 수 없었으나 AJODO에서는 유의한 변화를 관찰할 수 있었다. AJODO의 경우 1999-2002년 4년간은 유의한 변화를 관찰할 수 없었으나 2003년에 들어 그동안 많이 사용되던 통계분석법의 적용횟수가 현저히 줄어들고 보다 다양한 통계기법이 사용되고 있으며 이는 보다 다양한 결과를 낳고 있다.

올바른 결과를 도출해내기 위해서는 올바른 통계기법을 적용하는 것이 중요하다. 두드러진 문제점만을 살펴보면, KJO와 AJODO에서 가장 많이 사용된 t-검정에서도 t-검정을 하기에 앞서 KJO에선 소표본에서도 정규성을 검증하려는 노력이 거의 발견되지 않았으나 AJODO에선 여러 가지 방법을 이용하여 정규성을 검증하려는 노력이 엿보였다. 실제로 표본추출에 의해 통계분석을 행할 때 정규성의 가정이 만족

되지 않을 때가 많다. 이 같은 문제점을 해결하여 주는 것이 바로 비모수 검정이다. 비모수 검정을 제외한 알려져 있는 통계기법은 만족되어야 할 가정을 점검하여야 한다. 또한 등분산 가정을 검증하여야 하는데 그 결과 두 모집단의 분산이 같지 않다는 결론에 이르면 t-검정을 사용할 수 없고 Welch-Aspin 검정 등을 실시해야 한다.

ANOVA검정을 사용한 후 사후검정을 사용하여야 할 곳에 t-검정을 반복적으로 실시하여 실제보다 유의수준이 높아진 경우도 있었다. 이상치를 고려하지 않으면 상관분석에 있어서 실제보다 상관계수가 너무 크거나 작아지는 경우가 발생할 수 있다.

본 연구와 유사한 사회과학의 여러 분야와 의학 분야에 실린 통계적 기법 활용에 대한 연구는 국내 전문학술지에 게재된 논문만을 대상으로 하였거나 국외 전문학술지에 게재된 논문만을 대상으로 하였으나 본 연구에서는 같은 시기의 국내외 전문학술지에 게재된 논문들 모두를 대상으로 조사, 비교하였다. 교정학을 대표하는 국내외의 두 저널에서 자주 쓰이는 통계기법을 비교 분석하여 여기서 쓰여진 통계기법들의 종류를 알아봄으로써 치과학 연구에서의 통계학의 활용 범위를 가늠할 수 있었다. 앞으로 치과학 분야에서의 통계학이 나아가야 할 방향을 살펴 보기 위해 AJODO에서 사용된 기타에 해당되는 통계기법들을 살펴 볼 필요가 있다. 그 중 로지스틱 회귀분석과 GEE 방법을 살펴보면, 의학 연구에서는 종속변수가 범주형인 경우가 많다. 즉, 예/아니오의 형태이거나 통증의 강도를 나타내는 심함/중간/없음과 같은 형태를 가지면서 각각이 독립인 종속변수와 설명변수들간의 인과관계를 로지스틱 함수를 이용하여 추정할 때 로지스틱 회귀분석을 사용한다. 그러나 치과학 연구에서는 이런 경우에 각각이 독립이 아니라 상관관계를 가지고 있는 경우가 많다. 예를 들어 열 사람의 치아를 연구를 한다면 개개인은 서로 독립이나 한 사람이 가지는 여러 개의 치아는 서로 높은 상관관계를 가진다. 이럴 경우는 로지스틱 회귀분석 대신 GEE방법을 사용해야 한다. 그 외에도 종속변수가 연속형이며 반복되는 경우에 사용하는 Mixed-effects model이라는 통계기법도 있다. 이와 같이 치과학 연구는 상관관계가 높은 자료를 다루어야 할 경우가 많다. 대부분 알려진 통계기법들은 독립성 가정을 가지고 있다. 지난 10-20년 동안 통계학에서도 상관관계가 높은 통계기법을 개발해 내려는 노력이 많았고 현재는 여러 통계기법들이 개

발되어 있는 상태이다.

본 연구에서 t-검정과 분산분석에 필요한 가정만을 점검하였는데 유아교육 분야에서의 박정옥과 엄용환(2002)이 쓴 논문에서는 국내논문을 대상으로 각 통계기법을 활용하는 과정에서 나타난 문제점들을 고찰하였고 t-검정, 분산분석, 카이제곱분석, 회귀분석, 요인분석, 상관분석과 공분산분석에서 필요한 가정들을 점검, 적절한 대안을 제시하였다.¹⁾ 본 연구대상인 논문들 중에 일부는 단순히 그룹간의 평균을 비교하는 t-검정이나 ANOVA 검정과 같은 단변수 분석만을 사용하였는데 종속변수와 독립변수 사이에 어떠한 교란변수도 존재하지 않는다면 위의 분석만으로 충분하지만 만약에 교란변수가 존재한다면 단변수 분석법(t-검정이나 χ^2 -검정 등)으로 교란변수가 될 수 있는 인자들을 골라내어 다변량 분석법을 통해 우리가 세운 가설의 독립변수가 종속변수에 교란변수를 통제 한 후에도 영향을 미치는지 알아냄으로써 교란변수를 간과하는 오류를 피할 수 있을 것이다. 자료와 가설에 맞는 단변수 분석 후의 다변량 통계 분석 방법을 통하여 정확한 결론을 유추해 내는 노력이 필요하다.

본 연구의 제한점으로는 각 논문에서 사용된 데이터를 볼 수 없었기 때문에 변수의 성격 규명에 한계가 있었고 두 가지 저널을 비교하여 결과를 제시하려다 보니 각 저널의 기간을 5년으로 잡아 통계기법의 변화를 보기에는 다소 짧았다는 아쉬움이 있다. 그리고 2003년에 들어 AJODO에서 통계기법의 다양화가 이루어졌는데 이는 그 해에 국한된 특성이었는지 통계기법 적용의 대세변화인지의 판단여부가 불분명하였다.

결 론

본 연구는 1999-2003년 사이에 출판된 대한치과교정학회지(KJO)의 논문 247편과 American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics (AJODO)의 논문 250편들이 사용하고 있는 통계기법들을 연도별로 조사, 비교하였다. 빈번히 사용된 통계기법은 KJO의 논문에서 t-검정, 분산분석, 상관분석, 비모수 분석, 회귀분석, χ^2 -검정, 요인 분석의 순이었고 AJODO의 논문에서는 t-검정, 분산분석, 비모수 분석, 상관분석, 회귀분석, χ^2 -검정, 요인 분석의 순이었다. 5년 동안의 통계기법의 변화를 살펴본 결과 KJO에서는 유의한 변화를 관찰할 수 없었으나 AJODO에서는

유의한 변화를 관찰할 수 있었다. 특히 AJODO에서 1999-2002년, 4년간은 유의한 변화를 관찰할 수 없었으나 2003년에 들어 전에 많이 사용되던 통계분석법들이 현저히 줄어들고 다양한 통계기법을 사용하고 있었다. 치과학 분야의 자료의 특성 중 하나는 서로 상관관계가 높으며 반복 측정치를 가지고 있다. 이 경우에 많이 쓰이는 통계기법은 GEE와 Mixed-effects model 등이 있다. 우리 나라 치과학 분야에서도 학문의 발전을 위해 통계기법의 사용시 자료와 가설에 맞는 단변수 분석 후의 다변량 분석 방법을 통하여 정확한 결론을 유추하고 통계학을 적극 도입하여 올바른 통계기법의 사용과 그 결과에 대한 바른 해석을 할 수 있도록 노력을 기울여야 한다.

참 고 문 헌

1. 박정옥, 엄용환. 유아교육 분야에서의 통계기법 사용에 관한 연구. 유아교육연구 2002;2:115-24.
2. 이신동, 이혜원. Journal of Education Psychology에서 사용된 통계기법
3. 권경득. 한국 행정학의 연구경향에 관한 실증적 분석: 한국행정학보 기고논문(1967-1995)을 중심으로, 한국행정학보 1996;30:139-53.
4. 박명희, 이재준. 한안지 논문에 사용된 통계방법에 대한 고찰. 대한안과학회지 2003;44:738-43.
5. 김태일. 행정학 분야 논문에 사용된 통계기법들의 분석. 한국행정학보 1997;31:3019-35.
6. Schor S, Karten I. Statistical Evaluation of Medical Journal Manuscripts. JAMA 1966;195:1123-8.
7. 김지영, 김태우, 남동석, 장영일. 정상교합자의 골격변이의 분류. 대치교정지 2003;33:141-50.
8. 김지영, 김태우, 남동석, 장영일. 골격형에 따른 치아치조성 보상기전의 분석 및 골격형 판별. 대치교정지 2003;33:407-18.

- SPECIAL ARTICLE -

A Review of Statistical Methods in the Korean Journal of Orthodontics and the American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics

Hoi-Jeong Lim

The purpose of this study was to investigate the changes and types of statistical methods used in the Korean Journal of Orthodontics (KJO) and the American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics (AJODO) from 1999 to 2003. The frequency of use, transitions, assumption check of statistical methods and types of advanced statistical methods were examined from each journal. The study consisted of 247 articles published in the KJO and randomly chosen 50 articles per year which were original articles and used statistical methods. T-test, analysis of variance (ANOVA), correlation analysis, nonparametric analysis, regression analysis, chi-square test, factor analysis, were the order of statistical methods most frequently used in the KJO, while t-test, ANOVA, nonparametric analysis, correlation analysis, regression analysis, chi-square test, factor analysis, were the order of statistical methods used in the AJODO. The changes of statistical methods observed in the KJO were not significant ($\chi^2=17.4$, $p=0.6881$), but the changes observed in the AJODO was seen to be significant ($\chi^2=42.4$, $p=0.0397$). Some of the studies examined had overlooked the assumptions of the statistical methods employed. Data investigation such as outlier should be performed before analysis and alternative statistical approaches are applied for a small sample size. Types of advanced statistical methods were factor analysis and discriminant analysis in the KJO and Intention-To-Treat (ITT) analysis in clinical trials through multi-center, survival analysis and Generalized Estimating Equations (GEE) in the AJODO. Appropriate analysis approaches and interpretations should be applied for the correlated and repeated measurements of the orthodontic data set.

Korean J Orthod 2004;34(5):371-9

※ **Key words:** Statistical Methods, KJO, AJODO

MS, PhD, Senior Researcher, Institute of Radiation Effect & Epidemiology, Seoul National University.

Reprint requests : Hoi-Jeong Lim

Institute of Radiation Effect & Epidemiology, Seoul National University, 28 Yongon-Dong, Chongno-Gu, 110-749,

Korea / +82 2 740 8321

nickjr@hanmail.net14

Received September 14, 2004; Last Revision October 1, 2004; Accepted October 2, 2004