

## 한국 청소년의 영구치우식 발생 양상

정석순, 주현정, 이흥수

원광대학교 치과대학 예방치과학교실

## Dental caries experience pattern in permanent dentition among Korean adolescents

Seok-Soon Jung, Hyun-Jeong Ju, Heung-Soo Lee

Department of Preventive and Public Health Dentistry, College of Dentistry, Wonkwang University, Iksan, Korea

**Received:** May 1, 2015  
**Revised:** June 10, 2015  
**Accepted:** June 30, 2015

**Corresponding Author:** Heung-Soo Lee  
Department of Preventive and Public Health Dentistry, College of Dentistry, Wonkwang University, 460 Iksan-daero, Iksan 570-749, Korea  
Tel: +82-63-850-6851  
Fax: +82-63-850-6851  
E-mail: smagn@wonkwang.ac.kr

**Objectives:** The purpose of this study was to understand the dental caries pattern in permanent dentition among Korean adolescents aged 12-16 years.

**Methods:** This study comprised 5,301 teenagers, aged 12-16 years. We analyzed the dental caries pattern in patients with permanent dentition using data from the 2006 Korean National Oral Health Survey. The methods used for data analysis included frequency analysis, correlation analysis, cluster analysis, and multidimensional scaling (MDS).

**Results:** With cluster analysis, it was difficult to clearly distinguish between anterior and posterior caries, and categorization was difficult owing to the mandibular first premolar and maxillary lateral incisor. The molars had severe caries, and results of the cluster analysis categorized this as clusters independent from other teeth; therefore, efforts must be made to prevent dental caries in molars. The maxillary premolars had the highest incidence of caries followed by the molars, and accordingly, these formed independent clusters, with the exception of the molar. During the eruption stage, despite the secondary premolar erupting later than the first premolar, there was a higher caries incidence in the secondary premolar. Out of the anterior teeth, the maxillary lateral incisor had the highest incidence of caries and formed an independent cluster. The multidimensional scaling (MDS) results clearly showed the molar teeth cluster.

**Conclusions:** For epidemiological research on dental caries, a caries pattern analysis should be conducted, and information on the caries pattern in permanent dentition can be used for the prevention and management of dental caries.

**Key Words:** Adolescent, cluster analysis, dental caries, pattern, permanent dentition

## 서론

치아우식증은 치아상실을 야기하는 주요한 구강병이다. 그러므로 구강건강을 유지 증진하기 위해서는 치아우식증의 예방과 관리가 매우 중요하다. 치아우식증을 효율적으로 관리하려면 치아우식증의 역학적 특성에 대한 요약과 분석이 필수적이다. 치아우식

증에 대한 역학적 연구는 치아우식실태를 요약하는 기술 역학적 연구와 우식발생 위험요인을 규명하는 분석 역학적 연구로 나눌 수 있다.

기술 역학적 특성을 요약할 때 전통적으로 사용해 온 지표로는 빈도나 평균치 등을 이용한 우식경험률, 우식경험영구치지수 등이 있다. 그러나 이들 지표는 치아우식의 분포나 심각성 및 다양성을

표현하는데 일정한 제한이 있고, 분석 역학적 연구에서 얻어진 우식발생 위험요인에 대한 정보를 담을 수 없다는 한계가 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해 최근에는 군집분석, 다차원척도법 및 다중대응분석, 요인분석 등을 활용하여 우식패턴을 분석하는 방법이 사용되고 있다<sup>1-7)</sup>.

Psoter 등<sup>3)</sup>은 다차원척도법으로 유치열의 우식패턴을 연구하였고, Johnsen 등<sup>2)</sup>은 원인지향적인 5개의 우식패턴과 군집분석에 의해 분류된 패턴을 비교하는 연구를 수행한 바 있다. Lee 등<sup>4)</sup>은 군집분석을 이용하여 유치열의 우식패턴을 분석하고, 유치열에 존재하는 독특한 우식패턴으로서 상악유중절치와 상악측절치를 포함하는 6개의 치아군집을 확인할 수 있었다고 보고하였다. Jeong 등<sup>5)</sup>은 유치열의 우식패턴을 치아별 및 치면별로 분석하는데 군집분석과 다차원척도법을 적용하였다. Lee 등<sup>6)</sup>은 군집분석과 다중대응분석으로 한국인의 유치열 우식패턴을 분석하는 연구를 시행하고 5세 이하의 유치우식패턴은 4개의 군집으로 나눌 경우 유전치부, 제1유구치, 하악제2유구치, 상악제2유구치로 구분된다고 보고하였다. Shaffer 등<sup>7)</sup>은 18-75세 연령의 영구치 우식패턴을 군집분석으로 분석하고 5개의 군집으로 나눌 수 있다고 주장하였다. 또한 Shaffer 등<sup>8)</sup>은 영구치열의 우식패턴을 분석하는데 요인분석과 주성분 분석을 이용한 바 있다.

한편 치아우식증 발생의 대칭성이나 부위별 우식경험도의 관계에 대한 연구도 이루어지고 있는데, Vanobbergen 등<sup>9)</sup>은 유치열을 상하 좌우로 4등분했을 때 우식발생양상은 수평적 관계가 수직적 관계나 대각선 관계보다 비차비로 평가한 연관성이 더 컸다고 보고한 바 있다. Berman과 Slack<sup>10)</sup>은 어린이의 우식이 대칭성을 가진다고 보고하였고, Hujoel 등<sup>11)</sup>은 성인에서 우식이 편측에 모이는 경향이 있다고 보고하였으며, Lee 등<sup>6)</sup>은 유치열의 분악간 우식경험도의 상관성은 상하관계보다 좌우관계에서 높았다고 보고하였다. 그러나 영구치열 우식패턴에 대한 연구가 치아별 우식경험도 분석<sup>12-16)</sup>에 집중되어 있을 뿐 군집분석이나 다차원척도법을 활용한 연구는 매우 미진한 실정이다. 특히 국내에서는 영구치열의 우식패턴을 분석한 연구가 거의 없었다. 이에 저자들은 우리나라 국민구강건강실태조사자료를 이용하여 한국 12-16세 청소년의 영구치 우식패턴을 분석함으로써 향후 청소년의 영구치우식에 방 및 관리 방법을 개발하는데 기초 자료로 활용하고자 하였다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

본 연구는 2006년 국민구강건강실태조사<sup>17)</sup> 원시자료를 이용하여 분석하였다. 연구대상은 12세부터 16세 청소년 5,301명이었. 성별 분포는 남자가 2,670명으로 50.4%를 차지하였다. 연령별 분포는 12세가 1,755명으로 가장 많았고, 14세가 869명으로 가장 적었다. 연구대상자의 연령별 성별 분포는 Table 1과 같다.

### 2. 연구방법

영구치 우식발생양상 분석은 우식경험도 분석과 우식패턴 분

**Table 1.** Distribution of sample by age and gender unit: N (%)

Age (yr)/gender	Total	Male	Female
12	1,755 (100.0)	888 (50.6)	867 (49.4)
13	883 (100.0)	449 (50.8)	434 (49.2)
14	869 (100.0)	445 (51.2)	424 (48.8)
15	905 (100.0)	447 (49.4)	458 (50.6)
16	889 (100.0)	441 (49.6)	448 (50.4)
Total	5,301 (100.0)	2,670 (50.4)	2,631 (49.6)

석으로 나누어 시행하였다. 치아별 우식경험도 분석은 먼저 28개의 영구치 치아별로 우식경험률을 산출하였다. 이어 중절치, 측절치, 견치, 제1소구치, 제2소구치, 제1대구치, 제2대구치 치종별로 우식경험률을 산출하였다. 또한 구강내 부위간 우식경험도의 상관성을 분석하기 위하여 피어슨 상관분석을 실시하였다. 구강내 부위는 상하 및 좌우의 4분악으로 구분하고 부위간 상관성이 있는지 분석하였고, 좌측과 우측, 상악과 하악의 상관계수를 산출하여 좌우관계와 상하관계의 상관성을 분석하였다. 상관성 분석 단위는 우식경험치아수이었다.

우식패턴 분석은 12세, 13세, 14세, 15세, 16세, 12-16세 전체로 나누어 시행하였다. 영구치열 우식패턴 분석의 단위는 치종이었다. 즉 상악과 하악은 구분하였으나 좌측과 우측은 구별하지 않았다. 우식패턴 분석은 군집분석과 다차원척도법을 이용하였다. 군집분석의 군집 추출방식은 계층적 군집화, 군집방법은 집단-간 연결, 측도는 연속형이었다. 군집분석에서 단위는 변수를 좌우를 구별하지 않은 상·하악 치종별이었기 때문에 13개의 군집이 산출되었으나 최종 군집의 수를 확정하기 위해 군집 구분은 군집화 계수의 차이가 큰 단계를 기준으로 하였다. 14세, 15세, 16세, 12-16세(전체) 경우 9단계와 10단계에서 가장 군집화 계수 차이가 크게 나타나 9단계를 기준으로 9개의 군집으로 구분하였다. 12세, 13세는 10단계를 기준으로 군집을 구분하였다. 군집분석 결과는 수상도(Dendrogram)를 산출하였다. 다차원척도법에서 측도의 간격은 유클리드안 거리 제곱값(squared euclidean distance)이었고, 측도 수준은 비율(ratio)이었다. 그리고 척도화 모형은 유클리드안 거리(euclidean distance)이며, 적합도 수준을 나타내는 S-stress 수렴기준은 0.001, 최소 S-stress 값은 0.005, 최대반복계산 수는 30이었다. 다차원척도법 결과는 유클리드안 거리 모형으로 확인하였다. 통계분석에 사용된 프로그램은 SPSS WIN 12.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA)이었다.

## 연구성적

### 1. 치아별 영구치우식경험률

12-16세 전체 청소년에서 영구치우식경험률이 가장 높았던 치아는 하악우측제1대구치이었으며(50.7%), 하악우측견치의 우식경험률(0.0%)이 가장 낮았다. 대구치의 우식경험률은 50.7-14.0%의 범위를 보였고, 소구치의 경험률은 6% 미만이었다. 제1소구치의 경우 상악이 하악보다 2배 이상 높은 우식경험률을 보였

다. 전치부에서는 상악우측측절치가 가장 경험률(2.6%)이 높았으며, 하악제1소구치의 우식경험률(2.0-1.9%)보다 높았다(Table 2).

성별로 나누어 살펴보았을 때, 여자가 남자보다 대체로 우식경험률이 높았다. 치아별 우식경험률의 순위는 유사하였으나 제1소구치와 제2소구치의 순위 등에서 다소 차이가 있었다. 연령별 치아별 영구치우식경험률은 전체 연령의 결과와 유사하였으나 14세 이후 제2대구치의 우식경험률이 급격히 증가하여, 제1대구치보다 우식경험률이 높은 경우도 나타났다(표 제시하지 않음).

## 2. 치아종류별 우식경험률

12-16세 전체 청소년에서 가장 우식을 많이 경험한 치아는 하악제1대구치(58.7%)이었으며, 상악제1대구치(42.3%), 하악제2대

구치(33.0%), 상악제2대구치(18.5%) 순이었다. 전치부의 경우 상악측절치가 상악중절치보다 우식경험률이 높았다. 하악제1소구치는 상악중절치 및 상악측절치와 비교할 때 연령에 따라 우식경험률 순위에서 다소 차이가 있었으나 8-10번째의 순위를 차지하였다. 소구치의 경우 제2소구치가 제1소구치보다 대체로 우식경험률이 높았는데, 상악에서는 12세 때 제1소구치의 우식경험률이 제2소구치보다 높았으나 14세에 이르면 제2소구치의 우식경험률이 높아지는 것으로 나타났고, 하악은 12세부터 전 연령층에 걸쳐 제2소구치가 제1소구치보다 우식경험률이 높았다. 하악제2소구치의 우식경험률은 하악제1소구치 우식경험률보다 2배 이상 높았다. 하악제1대구치의 경우 12세 때 이미 50%가 넘는 우식경험률을 보이다가 16세가 되면 약 70%의 우식경험률을 보이는 것으로

**Table 2.** Caries experience in the permanent dentition (12-16 year old, n=5,301)

unit: N (%)

Type/side	Upper right	Upper left	Lower left	Lower right
Central incisors	105 (2.0)	88 (1.7)	8 (0.2)	8 (0.2)
Lateral incisors	139 (2.6)	129 (2.4)	3 (0.1)	4 (0.1)
Canines	10 (0.2)	11 (0.2)	1 (0.0)	0 (0.0)
1st premolars	305 (5.8)	284 (5.4)	101 (1.9)	108 (2.0)
2nd premolars	306 (5.8)	311 (5.9)	260 (4.9)	282 (5.3)
1st molars	1,928 (36.4)	1,566 (29.5)	2,628 (49.6)	2,685 (50.7)
2nd molars	744 (14.0)	776 (14.6)	1,445 (27.3)	1,387 (26.2)

**Table 3.** Caries experience by tooth type

unit : N (%)

Side/age (yr)	12-16 (N=5,301)	12 (N=1,755)	13 (N=883)	14 (N=869)	15 (N=905)	16 (N=889)
Upper central incisors	144 (2.7)	36 (2.1)	18 (2.0)	20 (2.3)	27 (3.0)	43 (4.8)
Upper lateral incisors	192 (3.6)	50 (2.8)	30 (3.4)	33 (3.8)	35 (3.9)	44 (4.9)
Upper canines	19 (0.4)	4 (0.2)	3 (0.3)	4 (0.5)	4 (0.4)	4 (0.4)
Upper 1st premolars	444 (8.4)	116 (6.6)	67 (7.6)	76 (8.7)	84 (9.3)	101 (11.4)
Upper 2nd premolars	482 (9.1)	85 (4.8)	67 (7.6)	107 (12.3)	102 (11.3)	121 (13.6)
Upper 1st molars	2,242 (42.3)	614 (35.0)	353 (40.0)	389 (44.8)	417 (46.1)	469 (52.8)
Upper 2nd molars	980 (18.5)	131 (7.5)	125 (14.2)	176 (20.3)	248 (27.4)	300 (33.7)
Lower central incisors	10 (0.2)	4 (0.2)	2 (0.2)	1 (0.1)	1 (0.1)	2 (0.2)
Lower lateral incisors	6 (0.1)	4 (0.2)	1 (0.1)	1 (0.1)	0 (0.0)	0 (0.0)
Lower canines	1 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (0.1)	0 (0.0)	0 (0.0)
Lower 1st premolars	167 (3.2)	42 (2.4)	29 (3.3)	31 (3.6)	26 (2.9)	39 (4.4)
Lower 2nd premolars	410 (7.7)	93 (5.3)	63 (7.1)	70 (8.1)	84 (9.3)	100 (11.2)
Lower 1st molars	3,113 (58.7)	899 (51.2)	492 (55.7)	532 (61.2)	573 (63.3)	617 (69.4)
Lower 2nd molars	1,747 (33.0)	317 (18.1)	262 (29.7)	318 (36.6)	413 (45.6)	437 (49.2)

**Table 4.** Correlation of DMFT indexes among the quadrant in permanent dentition<sup>†</sup>

Side	Upper right	Upper left	Lower right	Upper	Left
Upper left	0.733*				
Lower right	0.595*	0.579*			
Lower left	0.586*	0.607*	0.751*		
Lower				0.679*	
Right					0.827*

\* $P < 0.01$  (two tailed), <sup>†</sup> Pearson correlation coefficient.

나타났다. 하악제2대구치는 12세 때 18.1%의 우식경험률을 보이다가 14세가 되면 약 2배 가량 우식경험률이 증가하고 16세가 되면 절반 정도의 우식경험률을 보였다.

우식경험률이 낮은 치종은 모든 연령에서 상하악전치, 하악중절치 및 하악측절치이었다. 이들의 우식경험률은 1% 미만이었다 (Table 3).

### 3. 구강내 부위간 우식경험영구치아수의 상관성

구강내 부위간 우식경험치수의 상관분석 결과는 Table 4와 같다. 가장 상관성이 컸던 부위는 하악좌측 우식경험치수와 하악우측 우식경험치수로 상관계수가 0.751이었다. 두 번째로 상관성이 컸던 부위는 상악좌측 우식경험치수와 상악우측 우식경험치수이었다. 가장 상관성이 낮은 부위는 하악우측 우식경험치수와 상악

좌측 우식경험치수이었다. 상하관계와 좌우관계에 대한 상관성 분석결과는 좌우관계( $r=0.827$ )가 상하관계( $r=0.679$ )보다 상관성이 높았다.

## 4. 군집분석 및 다차원척도법 분석 결과

### 4.1. 12세-16세 전체 분석결과

12세-16세 전체에서 군집분석 결과는 Fig. 1과 같다. 군집의 수는 최종적으로 9개로 구분되었다. 단계별로 살펴보면 가장 먼저 구분된 군집은 제1대구치와 제1대구치를 제외한 치아였다. 이어 하악제2대구치가 구분되었다. 4단계에서는 제1대구치부와 제2대구치부가 각각 상악제1대구치와 하악제1대구치, 상악제2대구치와 하악제2대구치로 모두 구분되었다. 대구치부의 군집이외에 가장 먼저 독립된 군집을 형성한 것은 상악소구치부이었다(5단계). 하악제1소구치는 9단계에서도 상악측절치보다도 늦게 구분되는 양상을 나타내었다. 최종적으로 구분된 9개 군집은 전치부에서는 상악측절치만이 전치부에서 독립적인 군집을 구성하였다.

9단계까지의 군집분석결과, 상악제1대구치, 하악제1대구치, 상악제2대구치, 하악제2대구치, 상악제1소구치, 상악제2소구치, 하악제2소구치, 상악측절치, 상악측절치를 제외한 전치부와 하악제1소구치가 군집을 형성하였다.

다차원척도법 분석 결과는 Fig. 2와 같다. 군집분석 결과에서와 같이 제1대구치, 제2대구치, 나머지 치아들로 구분됨을 확인할 수 있었다. 더 세분해서 구분할 경우 상악소구치부가 가까운 거리에 있고 상악중절치는 하악제2소구치와 거리가 가까운 것을 볼 수 있다. 거리가 가깝다는 것은 같은 군집에 포함될 가능성이 크다는 뜻을 의미한다.

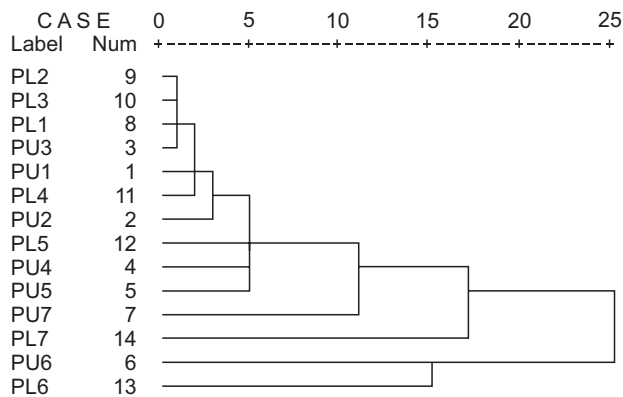


Fig. 1. Cluster analysis (12-16 year old).

		Dimension	
		1	2
PU1	Upper central incisors	.8258	-.0705
PU2	Upper lateral incisors	.7784	-.0754
PU3	Upper canines	.8986	.0033
PU4	Upper 1st premolars	.4219	-.3447
PU5	Upper 2nd premolars	.3901	-.2248
PU6	Upper 1st molars	-2.1528	-1.0451
PU7	Upper 2nd molars	-.2938	.7895
PL1	Lower central incisors	.9134	.0096
PL2	Lower lateral incisors	.9132	.0102
PL3	Lower canines	.9117	.0164
PL4	Lower 1st premolars	.7410	-.0535
PL5	Lower 2nd premolars	.4794	-.1571
PL6	Lower 1st molars	-3.5331	-.0783
PL7	Lower 2nd molars	-1.2937	1.2204

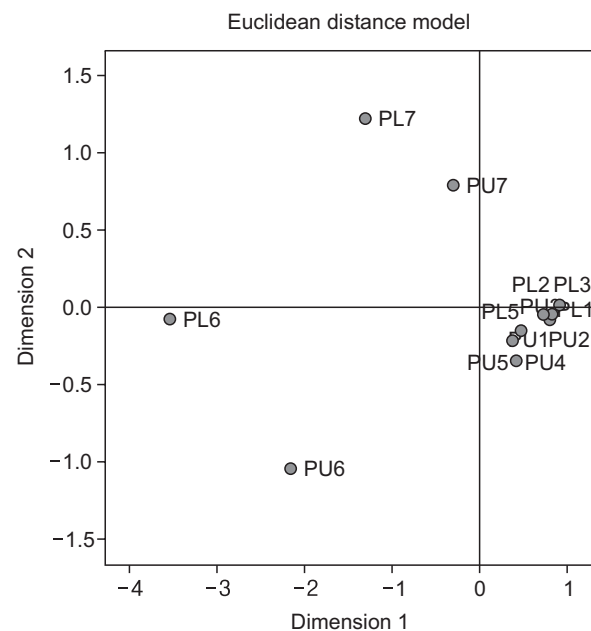


Fig. 2. Multidimensional scaling analysis (12-16 year old).

#### 4.2. 12세 전체 분석결과

12세에서 군집분석 결과는 Fig. 3과 같다. 군집의 수는 최종적으로 10개로 구분되었다. 단계별로 살펴보면 가장 먼저 구분된 군집은 제1대구치와 제1대구치를 제외한 치아이었다. 이어 제1대구치가 상악과 하악으로 구분되었다. 5단계에서는 제1대구치부와 제2대구치부가 각각 상악과 하악으로 모두 구분되었다. 하악제1소구치가 10단계에서 구치부 중 가장 나중에 군집으로 구분되었다. 최종적으로 구분된 10개 군집은 전치부에서는 상악측절치만이 전치부에서 독립적인 군집을 구성하였다.

10단계까지의 군집분석결과, 상악제1대구치, 하악제1대구치, 하악제2대구치, 상악제2대구치, 상악제1소구치, 하악제2소구치, 상악제2소구치, 상악측절치, 하악제1소구치, 상악측절치를 제외한 전치부가 군집을 형성하였다.

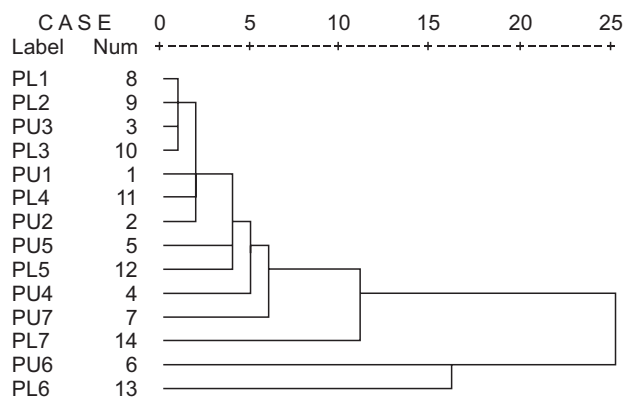


Fig. 3. Cluster analysis (12 year old).

		Dimension	
		1	2
PU1	Upper central incisors	.6990	-.1083
PU2	Upper lateral incisors	.6550	-.0547
PU3	Upper canines	.7770	-.0232
PU4	Upper 1st premolars	.3434	-.3315
PU5	Upper 2nd premolars	.4685	-.0455
PU6	Upper 1st molars	-2.2951	-1.0401
PU7	Upper 2nd molars	.2981	.4186
PL1	Lower central incisors	.7947	-.0181
PL2	Lower lateral incisors	.7845	-.0250
PL3	Lower canines	.7905	-.0238
PL4	Lower 1st premolars	.6271	-.0636
PL5	Lower 2nd premolars	.4228	-.1801
PL6	Lower 1st molars	-3.9099	.3568
PL7	Lower 2nd molars	-.4557	1.1385

Fig. 4. Multidimensional scaling analysis (12 year old).

다차원척도법 분석 결과는 Fig. 4와 같다. 군집분석 결과의 5단계와 같이 상악제1대구치, 하악제1대구치, 상악제2대구치, 하악제2대구치, 나머지 치아들로 구분됨을 확인할 수 있었다.

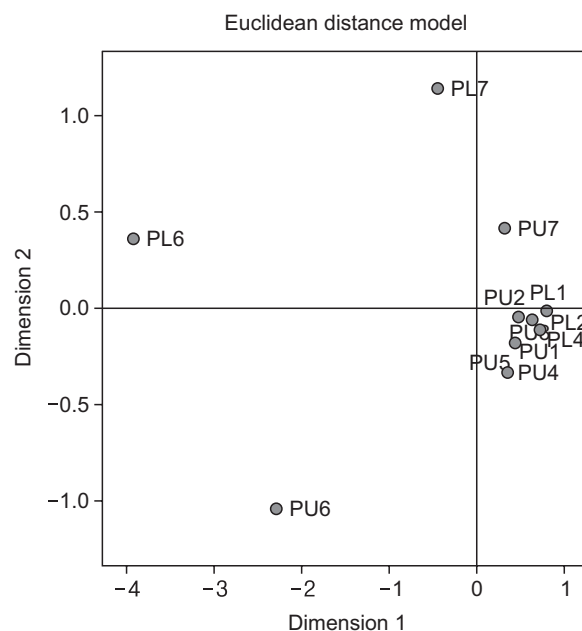
#### 4.3. 13세 전체 분석결과

13세에서 군집분석 결과는 Fig. 5와 같다. 군집의 수는 최종적으로 10개로 구분되었다. 단계별로 살펴보면 가장 먼저 구분된 군집은 제1대구치와 제1대구치를 제외한 치아이었다. 이어 하악제2대구치가 구분되었다. 5단계에서는 제1대구치부와 제2대구치부가 각각 상악과 하악으로 모두 구분되었다. 하악제1소구치가 구치부 중 가장 나중에 군집으로 구분되어 9단계에서 전치부와 구치부가 구분되었다. 최종적으로 구분된 10개 군집은 전치부에서는 상악측절치만이 전치부에서 독립적인 군집을 구성하였다. 10단계까지의 군집분석결과, 상악제1대구치, 하악제1대구치, 하악제2대구치, 상악제2대구치, 하악제2소구치, 상악제1소구치, 상악제2소구치, 상악측절치, 하악제1소구치, 상악측절치를 제외한 전치부가 군집을 형성하였다.

다차원척도법 분석 결과는 Fig. 6과 같다. 제1대구치와 제2대구치가 별도의 군집임을 보여주고 있었으며, 제1소구치와 2소구치의 경우 뚜렷하게 별도의 군집으로 구분되지 않는 것으로 나타났다.

#### 4.4. 14세 분석결과

14세에서 군집분석 결과는 Fig. 7과 같다. 군집의 수는 최종적으로 9개로 구분되었다. 단계별로 살펴보면 가장 먼저 구분된 군집은 제1대구치와 하악제2대구치, 그 이외의 치아이었다. 이어 하악제2대구치가 구분되었다. 5단계에서는 제1대구치부와 제2대구





치부가 각각 상악과 하악으로 모두 구분되었다. 이후 9단계에서 상악측절치가 하악제1소구치보다 먼저 구분되었으나, 하악제1소구치는 9단계에서도 구분되지 않았다. 최종적으로 구분된 9개 군집은 전치부에서는 상악측절치만이 전치부에서 독립적인 군집을 구성하였다.

9단계까지의 군집분석결과, 상악제1대구치, 하악제1대구치, 하악제2대구치, 상악제2대구치, 상악제1소구치, 상악제2소구치, 하악제2소구치, 상악측절치, 상악측절치를 제외한 전치부와 하악제1소구치가 군집을 형성하였다.

다차원척도법 분석 결과는 Fig. 8과 같다. 군집분석 결과에서와 같이 제1대구치, 제2대구치, 나머지 치아들로 구분됨을 확인할 수 있었다. 제1대구치와 제2대구치는 모두 상악과 하악이 비슷한 우식경험패턴을 보이고 있었으며, 제2소구치와 상악제1소구치가

유사한 우식경험패턴을 나타냈다.

#### 4.5. 15세 분석결과

15세에서 군집분석 결과는 Fig. 9와 같다. 군집의 수는 최종적으로 9개로 구분되었다. 단계별로 살펴보면 가장 먼저 구분된 군집은 제1대구치와 제2대구치를 제외한 치아이었다. 이어 제2대구치가 구분되었다. 5단계에서는 제1대구치부와 제2대구치부가 각각 상악과 하악으로 모두 구분되었다. 상악측절치가 하악제1소구치보다 먼저 구분되어 전치부와 구치부 구분이 되지 않는 양상을 나타내었다. 하악제1소구치는 최종적으로 구분된 9개의 군집에서도 따로 구분되지 않았다.

최종적으로 구분된 9개 군집은 전치부에서는 상악측절치만이 전치부에서 독립적인 군집을 구성하였다. 9단계까지의 군집분석결과, 상악제1대구치, 하악제1대구치, 하악제2대구치, 상악제2대구치, 상악제1소구치, 상악제2소구치, 하악제2소구치, 상악측절치, 상악측절치를 제외한 전치부와 하악제1소구치가 군집을 형성하였다.

다차원척도법 분석 결과는 Fig. 10과 같다. 제1대구치, 제2대구치, 나머지 치아들이 구분되는 것을 볼 수 있었다. 상악제1소구치와 제2소구치의 우식경험 양상이 비슷한 것으로 나타나고 있다.

#### 4.6. 16세 분석결과

16세에서 군집분석 결과는 Fig. 11과 같다. 군집의 수는 최종적으로 9개로 구분되었다. 단계별로 살펴보면 가장 먼저 구분된 군집은 대구치부와 그 이외의 치아이었다. 이어 대구치부가 제1대구치, 제2대구치로 각각 구분되었다. 5단계에서는 제1대구치부와 제2대구치부가 각각 상악과 하악으로 모두 구분되었다. 전치부

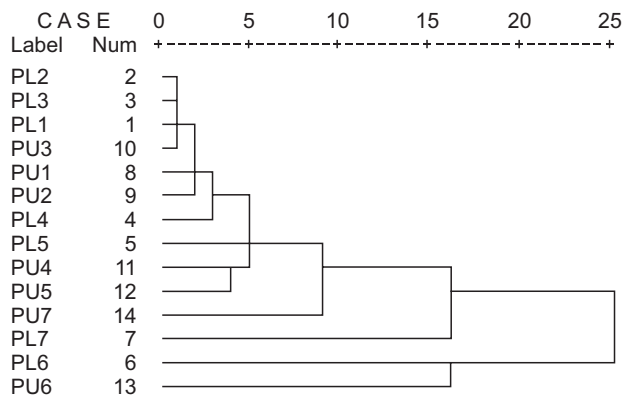
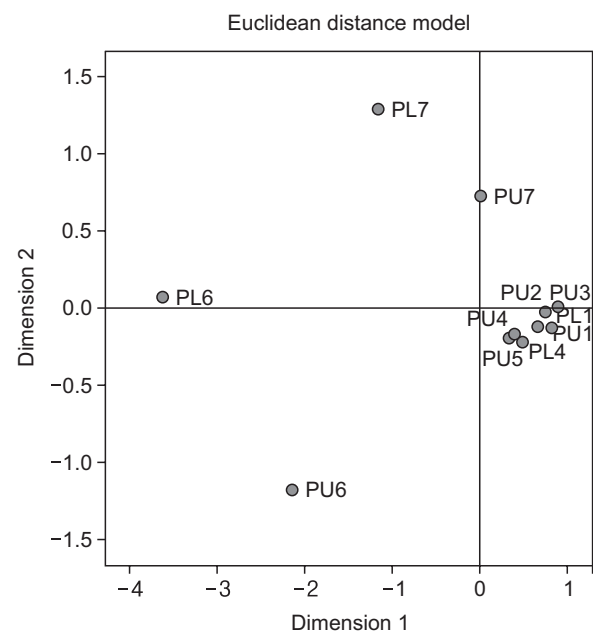


Fig. 5. Cluster analysis (13 year old).

		Dimension	
		1	2
PU1	Upper central incisors	.8008	-.1256
PU2	Upper lateral incisors	.7379	-.0267
PU3	Upper canines	.8775	-.0131
PU4	Upper 1st premolars	.3318	-.1905
PU5	Upper 2nd premolars	.3885	-.1666
PU6	Upper 1st molars	-2.1462	-1.1850
PU7	Upper 2nd molars	.0052	.7275
PL1	Lower central incisors	.8794	-.0357
PL2	Lower lateral incisors	.8857	-.0175
PL3	Lower canines	.8812	.0024
PL4	Lower 1st premolars	.6546	-.1197
PL5	Lower 2nd premolars	.4790	-.2195
PL6	Lower 1st molars	-3.6162	.0734
PL7	Lower 2nd molars	-1.1591	1.2965

Fig. 6. Multidimensional scaling analysis (13 year old).



의 경우 상악중절치가 먼저 구분되었다. 하악제1소구치는 최종적으로 구분된 9개의 군집에서도 따로 구분되지 않았다. 최종적으로 구분된 9개 군집은 전치부에서는 상악중절치만이 전치부에서 독립적인 군집을 구성하였다.

9단계까지의 군집분석결과, 상악제1대구치, 하악제1대구치, 상악제2대구치, 하악제2대구치, 상악제1소구치, 상악제2소구치, 하악제2소구치, 상악중절치, 상악중절치를 제외한 전치부와 하악제1소구치가 군집을 형성하였다.

다차원척도법 분석 결과는 Fig. 12와 같다. 제1대구치, 제2대구치가 비슷한 우식발생 양상을 보이는 것을 알 수 있고, 상악제1소구치와 제2소구치의 우식발생의 유사성이 뚜렷하게 나타나고 있다.

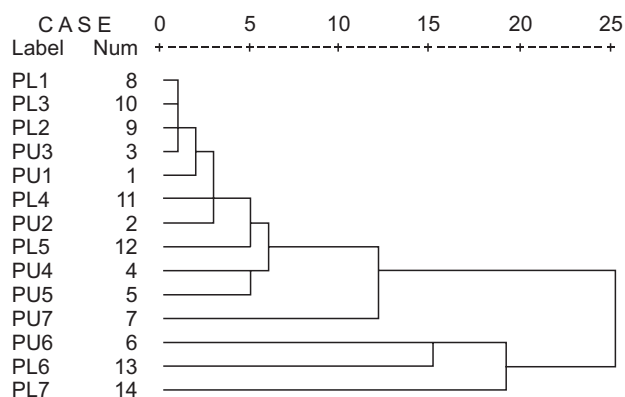


Fig. 7. Cluster analysis (14 year old).

		Dimension	
		1	2
PU1	Upper central incisors	.8797	-.0221
PU2	Upper lateral incisors	.8085	.1225
PU3	Upper canines	.9186	-.0190
PU4	Upper 1st premolars	.4312	.2840
PU5	Upper 2nd premolars	.2437	.3564
PU6	Upper 1st molars	-2.1533	.9942
PU7	Upper 2nd molars	-.3070	-.7960
PL1	Lower central incisors	.9340	-.0139
PL2	Lower lateral incisors	.9428	-.0161
PL3	Lower canines	.9340	-.0139
PL4	Lower 1st premolars	.7406	.0312
PL5	Lower 2nd premolars	.5063	.1410
PL6	Lower 1st molars	-3.4595	.1518
PL7	Lower 2nd molars	-1.4197	-1.2001

## 고 안

치아우식증에 대한 기술 통계에서 가장 많이 사용하는 지표는 우식치(D), 충전치(F), 상실치(M) 등으로 구분하여 표시하는 우식 경험도이다. 'DMF'로 대표되는 기존의 우식지표는 해당 치아에 우식을 경험했는지의 여부만을 알려 줄 뿐 우식의 진행과정, 심도, 분포 등에 대한 판단 근거는 제시하지 못한다. 또한 치아우식증이 다요인성 질환임에도 불구하고 발생 요인에 대한 정보 역시 우식 경험도 지표로는 표현할 수 없다. 이러한 우식지표의 단점을 보완하기 위하여 'SiC index', 'ICDAS' 등이 새로운 지표로 활용되고 있다<sup>18)</sup>.

우식패턴에 대한 연구는 우식경험도 중심의 우식지표를 분석 하였던 기존의 방식을 보완함으로써, 치아우식증의 역학적 특성에 대한 다양한 정보를 제공해 준다. 우유병우식증은 유치열의 우식패턴 중에서 가장 많이 알려진 것으로 상악유절치에 주로 발생하고 상악유절치와 유구치, 심하면 하악유구치로 차례로 이환되거나 하악절치는 이환되지 않는 우식패턴으로서 현재는 중증유아기우식증(severe early childhood caries)의 한 가지 패턴으로 분류되고 있다<sup>19)</sup>. Greenwell 등<sup>20)</sup>은 추적연구를 통해 우유병우식증의 우식패턴인 순설면 우식패턴을 가졌던 아동은 우식병소가 추가로 발생될 위험이 가장 컸다고 보고하였으며, O'Sullivan과 Tinanoff<sup>21)</sup>는 상악유절치 우식이 다른 치아의 우식발생위험을 높인다고 주장하였다. 또한 Douglass 등<sup>22)</sup>은 상악유절치 우식은 미래 우식발생의 위험 요인이므로 상악유절치 우식을 예방하면 인구집단에서 우식을 크게 감소시킬 수 있을 것이라고 보고한 바 있다. Douglass 등<sup>23)</sup>은 애리조나 아동들에 대한 치아우식패턴 연구에서 상악전치부 우식은 10-12개월째 처음 발견되고, 13-15개월째 첫 번째 구

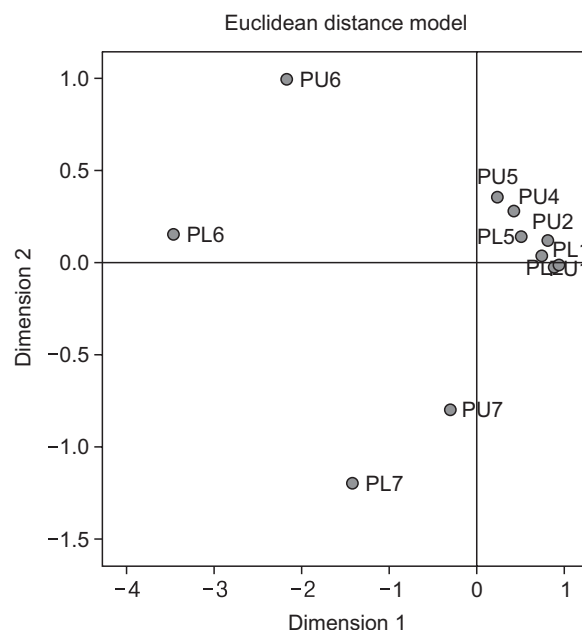


Fig. 8. Multidimensional scaling analysis (14 year old).

치에서 열구우식이 처음 발견되며, 24개월 이하 아동에서는 유절치 혈면과 설면에 높은 우식유병률이 나타나고, 25-27개월 이상에서는 상악유절치 근원심에 우식발생이 많다고 보고하였다. Lee 등<sup>6)</sup>은 2세와 3세에서 상악전치부 우식증 패턴이 존재하나 4세가 되면 2개의 군집으로 구분했을 때 상악전치부 우식과 구치부 우식으로 나뉘는 패턴이 시작되었다고 보고한 바 있다.

우식패턴을 분석하는데 많이 사용되는 통계분석 방법은 군집분석과 다차원척도법이다. Johnsen 등<sup>2)</sup>은 치면을 기준으로 원인 지향적인 5개 우식패턴(우식 없음, 열구와 소와, 저형성증, 혈설면, 구치의 인접면)과 군집분석에 의한 것을 비교하였다. Psoter 등<sup>3)</sup>은 다차원척도법을 사용하여 유치열의 우식패턴을 상악유절치, 제1유구치 교합면, 제2유구치 소와 및 열구, 상악유절치를 제외한 평활면의 네 가지 군으로 나눌 수 있다고 보고한 바 있다.

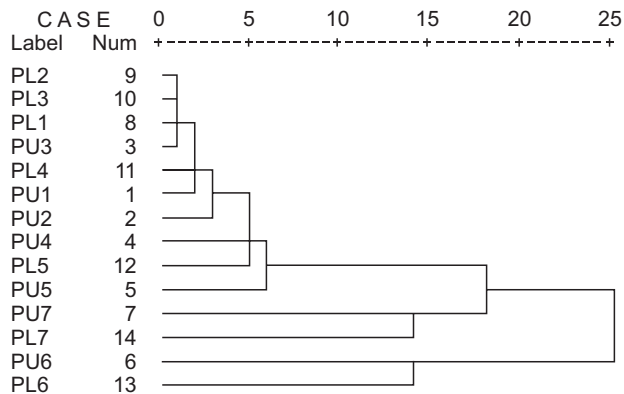


Fig. 9. Cluster analysis (15 year old).

본 연구에서는 영구치열의 우식패턴을 연구하기 위한 방법으로 군집분석과 다차원척도법을 사용하였다. 군집분석(cluster analysis)은 자료를 구성하고 있는 관측대상(혹은 속성)을 어떠한 기준에 의해서 분류하는 통계학적 방법으로서, 다수의 대상들을 그들이 소유하는 특성을 토대로 유사한 대상들끼리 집단을 형성시키는 다변량 통계기법이다<sup>24)</sup>. 군집분석에 의해 두 개 이상의 집단이 형성되며 각 집단을 군집(cluster)이라 부른다. 다차원척도법(multidimensional scaling, MDS)은 대상간의 유사성 측도에 의거해서 대상을 다차원 공간 속에 배치시키는 방법으로서 분포를 직접 보면서 그 구조를 시각적으로 판단할 수 있다는 특징이 있다<sup>25)</sup>. 다차원척도법에서는 유사성이 작은 대상끼리는 멀리, 유사성이 큰 대상끼리는 가깝게 위치를 정하게 된다. 다차원척도법은 좁은 의미에서는 유사성 자료에 거리 모형을 적용시키는 방법을 말하나, 넓은 의미에서는 요인분석이나 주성분 분석, 대응분석 등을 포함하는 개념이 된다<sup>25)</sup>.

본 연구에서 12-16세 연령 전체의 치아별 우식경험률은 하악제1대구치가 가장 높았고, 상악제1대구치, 하악제2대구치, 상악제2대구치 순이었다. 일반적으로 많은 보고에서 제1대구치의 치아우식유병률이 거의 모든 연령대에서 가장 높은 것으로 나타나고 있다<sup>13,16)</sup>. 그러나 Macek 등<sup>26)</sup>의 연구에서는 치아우식증 유병율을 1) 하악제2대구치 2) 상악제1·2대구치, 하악제1대구치 3) 상·하악제2소구치 4) 상·하악제1소구치 5) 상악중절치, 상악측절치 6) 상·하악전치, 하악중절치, 하악측절치 순서로 보고하여 차이를 보였다. 또한 우간다 10-90세 연령에 대한 Kutesa<sup>12)</sup>의 연구에서도 제2대구치가 제1대구치보다 우식경험률이 높았다. 우식경험률의 순위와는 별도로 본 연구에서 12세 때 제2대구치의 우식경험률이 10% 미만이었으나 16세가 되면 약 40% 정도로 증가하였다.

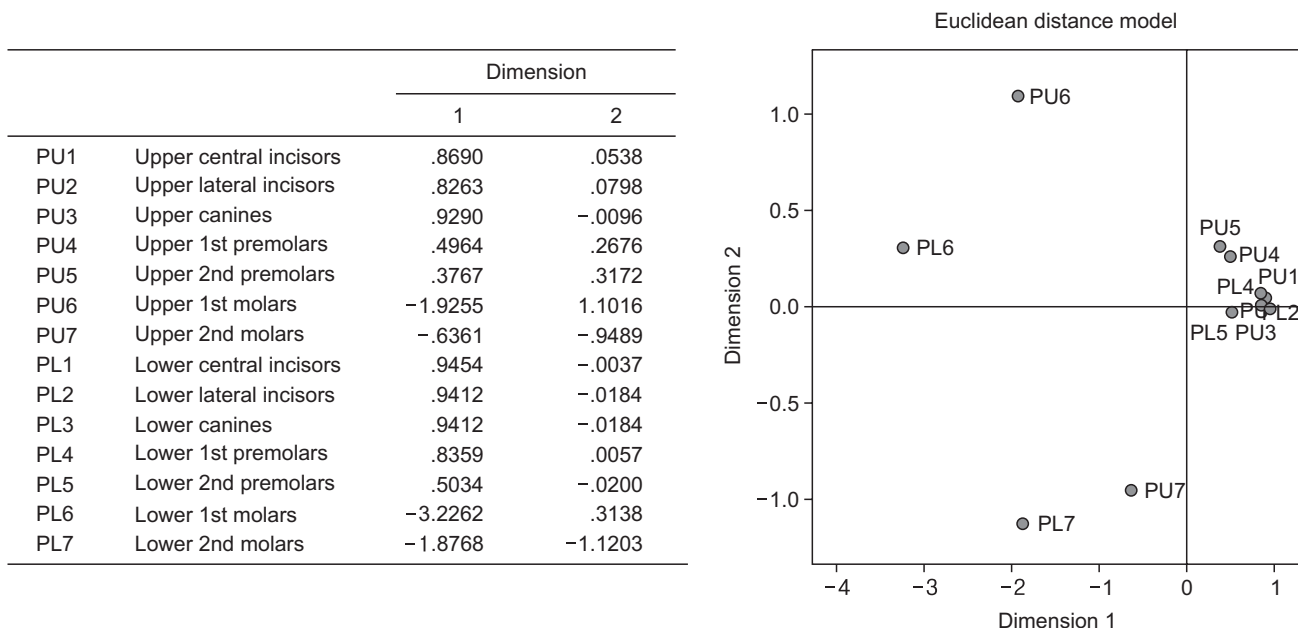


Fig. 10. Multidimensional scaling analysis (15 year old).



이러한 제2대구치의 급속한 우식경험률의 증가는 Oulis 등<sup>13)</sup>의 연구에서도 나타난 바 있다. 그러므로 제2대구치의 우식예방을 위한 노력이 집중적으로 전개되어야 한다. 2013년부터 제2대구치에 대한 치면열구전색이 건강보험에서 요양급여화 되었으므로 이를 적극적으로 활용하여야 할 것이다.

하악제1대구치 좌우측을 비교할 때 우측이 좌측보다 우식경험률이 높았다. 이는 Oulis 등<sup>13)</sup>의 결과와 같았으나 Adeniyi 등<sup>14)</sup>과 Hashim 등<sup>15)</sup>의 결과와는 달랐다. 그러나 좌우측의 우식경험률의 차이가 크지 않아 큰 의미는 없다고 사료되었다.

한편 제2소구치는 맹출시기가 제1소구치보다 늦음에도 불구하고 제1소구치보다 우식경험률이 높았다. 이는 제1대구치가 우식경험률이 높아 제1대구치와 인접한 제2소구치가 우식경험률이 높은 것으로 판단된다. 17-51세의 성인을 대상으로 치면별 우식

경험도를 조사한 Hopcraft와 Morgan<sup>16)</sup>은 나이가 들수록 구치 인접면의 우식유병률이 증가하였다고 보고한 바 있다. 그러므로 제1대구치 우식을 조기에 치료하여 우식원인균이 제2소구치가 옮겨가는 것을 방지하여야 하며, 제2소구치를 포함한 구치부 인접면 우식을 예방하기 위해 불소도포가 활발하게 시행되어야 할 것이다.

본 연구에서 사분악간 우식경험도의 상관성 분석결과 좌우관계가 상하관계보다 상관성이 더 컸고 특히 하악에서 좌우관계의 상관성이 크게 나타났는데, 이러한 결과는 Vanobbergen 등<sup>9)</sup>, Lee 등<sup>4)</sup>, Lee<sup>6)</sup>의 결과와 일치한다. 유치열에서 치아우식증의 구강내 대칭도를 연구한 Lee 등<sup>27)</sup>은 유치열 치아우식증은 구강내에서 좌우 치열 간에 대칭적으로 발생하는 경향이 있으며, 치아 및 치면에 따라 차이가 있었다고 보고한 바 있다. 또한 Burnside 등<sup>28)</sup>은 특정 치면의 우식이 구강내 반대측 상우 치면의 미래 우식을 예측할 수 있는 중요한 예측인자라고 보고한 바 있으므로 우식예방을 위한 전략에서 좌우측에 대한 고려가 반드시 있어야 된다고 생각되었다. 좌우관계에서 상관성이 더 높았던 것은 좌우측 치아가 형태학적으로 동일하기 때문일 것으로 추정해 볼 수 있을 것이다.

본 연구에서 군집화 계수를 기준으로 군집의 수를 정하였을 때 12-16세 연령 전체의 군집의 수는 9개이었으며, 연령에 따라 9-10개의 군집으로 분류되었다. 최종적으로 분류된 군집은 연령과 관계없이 전치부 우식과 구치부 우식으로 명확히 구분되기 어려웠는데 이는 하악제1소구치와 상악측절치 때문이었다. 하악제1소구치는 전치부 우식과 한 군집으로 묶이는 경향이 있었고 반대로 상악측절치는 구치부 우식과 한 군집으로 분류되었다. 영구치열을 치아단위로 군집분석이나 다차원척도법으로 분석한 연구가 없어 직접적인 비교가 어려우나 치면을 기준으로 군집분석을 적용

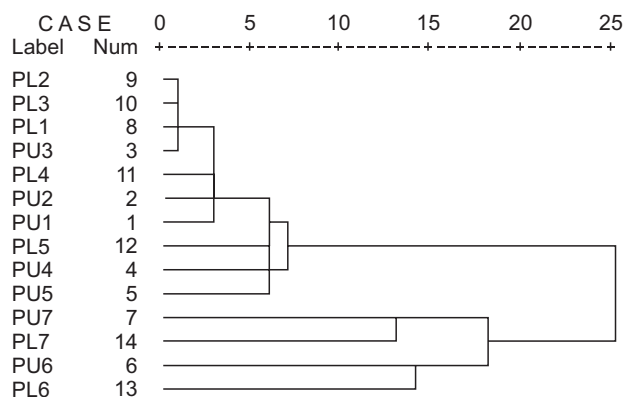


Fig. 11. Cluster analysis (16 year old).

		Dimension	
		1	2
PU1	Upper central incisors	.8937	-.0162
PU2	Upper lateral incisors	.8474	.1163
PU3	Upper canines	.9988	.0401
PU4	Upper 1st premolars	.4884	-.4248
PU5	Upper 2nd premolars	.4044	-.3702
PU6	Upper 1st molars	-2.0770	-.8769
PU7	Upper 2nd molars	-.9480	.7470
PL1	Lower central incisors	1.0153	.0709
PL2	Lower lateral incisors	1.0185	.0559
PL3	Lower canines	1.0185	.0559
PL4	Lower 1st premolars	.8245	.0304
PL5	Lower 2nd premolars	.4783	-.1143
PL6	Lower 1st molars	-3.1445	-.2664
PL7	Lower 2nd molars	-1.8182	.9524

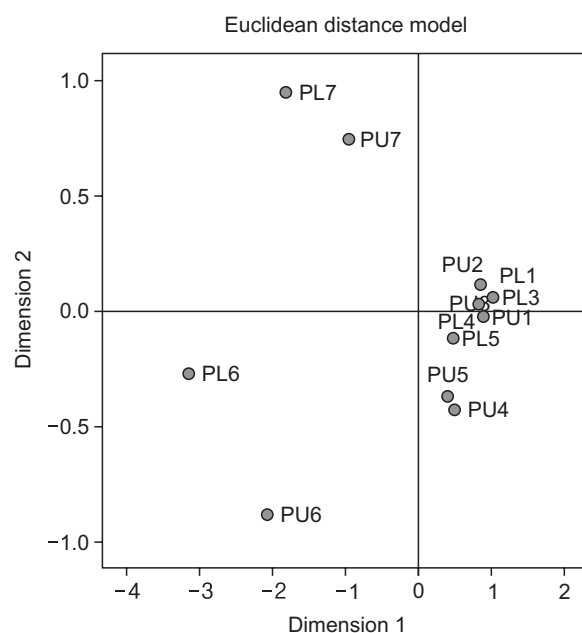


Fig. 12. Multidimensional scaling analysis (16 year old).

한 Shaffer 등<sup>7)</sup>은 1) 대구치의 소와열구면 2) 하악전치부 치면 3) 구치부 비 소와열구면 4) 상악전치부 치면 5) 중앙부 치열 치면의 5군으로 분류한 바 있다. 유치열을 분석한 Lee 등<sup>6)</sup>은 2-3세 때는 전치부 우식과 구치부 우식으로 분류가 어려우나 4세부터 이러한 구분이 가능하였다고 보고한 바 있다. Jeong 등<sup>5)</sup>은 본 연구에서와 같이 좌우측의 치아를 구분하지 않고 군집분석을 사용하여 유치열을 분석한 결과 군집의 순서에서 1) 유구치 2) 상악유절치 3) 하악제1유구치 4) 상악제1유구치가 처음 분리된 4개의 군집이라고 보고하였다. 또한 Psoter 등<sup>3)</sup>은 다차원척도법으로 유치열을 분석한 결과 상악유절치, 제1유구치 교합면, 제2유구치 소와 및 열구, 상악유절치를 제외한 평활면의 네 가지 군으로 나눌 수 있다고 보고한 바 있다.

본 연구에서 다차원척도법으로 영구치열의 우식패턴을 분석했을 때 제1대구치, 제2대구치부의 군집형성은 매우 뚜렷하였다. 제1대구치와 제2대구치 모두 상·하악으로 구분됨이 시각적으로 명확하였다. 상악측절치를 제외한 전치부 역시 하나의 군집으로 묶일 수 있는 것으로 나타났다. 상악소구치부는 군집분석에서 대구치부에 이어 제일 먼저 독립된 군집을 형성하였는데, 다차원척도법에 의한 분석에서도 이러한 경향을 확인할 수 있었다. 상악소구치부는 우식경험률에 있어서도 대구치부에 이어 두 번째 순위를 차지하였다. 그러므로 치아별 우식예방전략의 순위는 대구치에 이어 상악소구치가 될 것이다. 평활면보다는 소와열구면에서 우식이 더 많이 발생된다는 점<sup>16,29)</sup>에서 상악소구치에 대한 치면열구전색이 강화되어야 한다. 또한 상악측절치는 전치부 중 우식경험률이 가장 높고 전치부와는 독립된 군집을 형성하였으므로 상악측절치 우식예방에 힘써야 할 것으로 생각되었다.

본 연구에서 연구성적으로 제시하지는 않았으나 성별, 연령별 우식패턴의 차이는 거의 없었다. 군집의 순서에서 미세한 차이가 있었으나 최종적으로 분류된 군집은 하악제1소구치가 전치부 우식과 한 군집으로 묶이느냐 묶이지 않느냐의 차이가 있었을 뿐인 것으로 나타났다. 다만 여자가 남자보다 군집 형태가 명확하였다. 이는 여자가 남자보다 치아맹출이 다소 빠르고, 이에 따라 우식경험도가 높기 때문인 것<sup>30)</sup>으로 판단되었다.

본 연구는 2006년 국민구강건강실태조사 원시자료를 이용한 것이기 때문에 우리나라 청소년의 영구치 우식패턴을 분석하였다는 장점이 있다. 2006년 자료는 이후의 자료와 비교할 때 조사연령이 다양하다. 그러나 원시자료의 연령구성이 12세가 다른 연령에 비해 2배 이상 많아 12세의 결과가 과도하게 반영되었다는 단점을 지닌다. 이는 국민구강건강실태조사에서 12세 연령이 국가 간 집단간 비교 연령이기 때문에 조사대상수를 다른 연령에 비해 많이 추출하였기 때문에 나타난 현상이다. 그러므로 치아별 우식경험률을 대표치로 사용하기 위해서는 연령을 고려하여야 할 것이다. 또한 군집분석과 다차원척도법 분석 결과에서 연령별 차이가 미세하였으므로 전체 연령의 결과를 청소년의 우식패턴으로 일반화 하는 데에는 큰 무리가 없으나 연령별 결과를 함께 고려하는 것이 경우에 따라 더 적합할 수 있다고 생각되었다.

우식패턴 연구에서 분석단위를 치면으로 하는 것이 치아로 하

는 것보다 더 많은 정보를 얻을 수 있다. 저자들은 치면을 단위로 분석을 시도하였으나 그 결과가 너무 복잡하여 일단 치아단위로 하는 분석 후 치면을 단위로 하는 분석이 바람직하다는 판단아래 본 연구에서는 치아를 단위로 분석을 시행하였다. 그러므로 향후 본 연구를 바탕으로 치면을 단위로 하는 후속 연구가 필요할 것이다.

본 연구의 또 다른 제한점으로는 우식발생 및 패턴에 영향을 미치는 사회인구학적 요인<sup>31)</sup>이나 구강보건행태 요인<sup>31,32)</sup> 및 생물학적 요인<sup>7)</sup>을 고려하지 못했다는 것이다. 그러므로 후속 연구에서는 단순한 우식패턴 분석이 아니라 여러 요인이 고려된 다양한 분석 방법이 시도되어야 할 것으로 생각되었다.

그럼에도 불구하고, 이번 연구의 의의는 군집분석과 다차원척도법을 이용하여 한국 청소년의 영구치 우식패턴을 분석한 첫 시도라는 점에 있다. 본 연구결과를 토대로 이후 지속적이고 보완적인 연구가 이루어진다면, 한국인의 특성에 맞는 우식예방법 및 치아별 맞춤식 우식예방법을 마련하는데 활용될 수 있을 것이다. 예컨대 분류된 우식패턴군에 따라 특정 치아에 이미 우식이 발생하였을 경우 미래에 어느 치아에서 우식이 발생할 위험이 높은지를 예측할 수 있고, 어떤 예방법이 우선되어야 하는지 추정할 수 있도록 해 줌으로써 우식예방법의 효율을 높일 수 있다.

## 결론

한국 청소년의 영구치 우식발생 양상을 구명하기 위해 2006년도 국민구강건강실태조사 자료를 이용하여 12-16세 청소년 5,301명을 대상으로 연구를 시행하였다. 치아별 우식경험도를 산출하고 군집분석과 다차원척도법 분석을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 군집분석결과, 전치부 우식과 구치부 우식으로 명확하게 구분하기 어려웠으며, 하악제1소구치와 상악측절치가 이러한 분류에 혼란을 초래하였다.
2. 대구치부는 우식경험률이 높고 군집분석 결과 뚜렷한 독립된 군집을 형성하므로 대구치 우식예방에 힘써야 한다.
3. 상악소구치부는 대구치부에 이어 우식경험률이 높고 대구치부에 이어 제일 먼저 독립된 군집을 형성하였다.
4. 맹출시기가 제2소구치가 제1소구치보다 늦음에도 불구하고 제2소구치의 우식경험률이 높았다.
5. 전치부 중 상악측절치의 우식경험률이 높고 독립된 군집을 형성하였는데, 이는 상악측절치는 전치부 다른 치아와 유사한 우식경험패턴을 보이지 않았다는 것을 의미하였다.
6. 다차원척도법에 의한 분석결과 대구치부의 군집형성이 명확하게 확인되었다.

이상의 결과를 종합할 때, 치아우식증에 관한 역학적 연구에서 우식패턴 분석이 활용되어야 하며, 영구치열의 우식패턴에 대한 정보는 치아우식증 예방 및 관리에 유용하게 사용될 수 있다.

## References

- Psoter WJ, Morse DE, Pendrys DG, Zhang H, Mayne ST. Historical evolution of primary dentition caries pattern definitions. *Pediatr Dent* 2004;26:508-511.
- Johnsen DC, Schubot D, Bhat M, Jones PK. Caries pattern identification in primary dentition: a comparison of clinician assignment and clinical analysis groupings. *Pediatr Dent* 1993;15:113-115.
- Psoter WJ, Zhang H, Pendrys DG, Morse DE, Mayne ST. Classification of dental caries patterns in the primary dentition: a multidimensional scaling analysis. *Community Dent Oral Epidemiol* 2003;31:231-238.
- Lee JS, Lee KH, Kim DE. Caries patterns in primary dentition by caries experience of individual teeth. *J Korean Acad Pediatr Dent* 1999;26:1-13.
- Jeong SY, Lee KH, Ra JY, An SY, Kim YH. Dental caries patterns in the primary dentition: a cluster analysis and a multidimensional scaling analysis. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2010;37:159-167.
- Lee BG, Lee HS, Ju HJ, Oh HY. Dental caries experience pattern in permanent dentition among Korean children. *J Korean Acad Oral Health* 2014;38:95-104.
- Shaffer JR, Feingold E, Wang X, Weeks DE, Weyant RJ, Crout R, et al. Clustering tooth surfaces into biologically informative caries outcomes. *J Dent Res* 2013;92:32-37.
- Shaffer JR, Feingold E, Wang X, Tcuenko KT, Weeks DE, DeSensi RS, et al. Heritable patterns of tooth decay in the permanent dentition: principal components and factor analyses. *BMC Oral Health*. 2012 Mar 9;12:7. DOI: 10.1186/1472-6831-12-7.
- Vanobbergen J, Lesaffre E, Garcia-Zattera MJ, Jara A, Martens L, Declerck D. Caries patterns in primary dentition in 3-, 5- and 7-year-old children: spatial correlation and preventive consequences. *Caries Res* 2007;41:16-25.
- Berman DS, Slack GL. Dental caries in English school children: a longitudinal study. *Br Dent J* 1972;133:529-538.
- Hujoel PP, Lamont RJ, DeRouen TA, Davis S, Leroux BG. Within-subject coronal caries distribution patterns: an evaluation of randomness with respect to the midline. *J Dent Res* 1994;73:1575-1580.
- Kutesa A, Mwanika A, Wandera M. Pattern of dental caries in Mulago Dental School clinic, Uganda. *Afr Health Sci* 2005;5:65-68.
- Oulis CJ, Berdouses ED, Mamai-Homata E, Polychronopoulou A. Prevalence of sealants in relation to dental caries on the permanent molars of 12 and 15-year-old Greek adolescents. A national pathfinder survey. *BMC Public Health*. 2011 Feb 14;11:100. DOI: 10.1186/1471-2458-11-100.
- Adeniyi AA, Agbaje O, Onigbinde O, Ashiwaju O, Ogunbanjo O, Orebajo O, et al. Prevalence and pattern of dental caries among a sample of nigerian public primary school children. *Oral Health Prev Dent* 2012;10:267-274.
- Hashim R, Williams SM, Thomson WM, Awad MA. Caries prevalence and intra-oral pattern among young children in Ajman. *Community Dent Health* 2010;27:109-113.
- Hopcraft MS, Morgan MV. Pattern of dental caries experience on tooth surfaces in an adult population. *Community Dent Oral Epidemiol* 2006;34:174-183.
- Ministry of Health and Welfare. Korean national oral health survey 2006: III. Summary. Seoul:Ministry of Health and Welfare;2006:3-10.
- Agustsdottir H, Gudmundsdottir H, Eggertsson H, Jonsson SH, Gudlaugsson JO, Saemundsson SR, et al. Caries prevalence of permanent teeth: a national survey of children in Iceland using ICDAS. *Community Dent Oral Epidemiol* 2010;38:299-309.
- Drury TF, Horowitz AM, Ismail AI, Maertens MP, Rozier RG, Selwitz RH. Diagnosing and reporting early childhood caries for research purposes. A report of a workshop sponsored by the National Institute of Dental and Craniofacial Research, the Health Resources and Services Administration, and the Health Care Financing Administration. *J Public Health Dent* 1999;59:192-197.
- Greenwell AL, Johnsen D, DiSantis TA, DiSantis TA, Gerstenmaier J, Limbert N. Longitudinal evaluation of caries patterns from the primary to the mixed dentition. *Pediatr Dent* 1990;12:278-282.
- O'Sullivan DM, Tinanoff N. Social and biological factors contributing to caries of the maxillary anterior teeth. *Pediatr Dent* 1993;15:41-44.
- Douglass JM, Wei Y, Zhang BX, Tinanoff N. Caries prevalence and patterns in 3-6-year-old Beijing children. *Community Dent Oral Epidemiol* 1995;23:340-343.
- Douglass JM, Tinanoff N, Tnag JMW, Altman DS. Dental caries patterns and oral health behaviors in Arizona infants and toddlers. *Community Dent Oral Epidemiol* 2001;29:14-22.
- Lee HS, Im JH. SPSS 14.0 manual. Seoul:bobmunsa;2008:452-471.
- Noh HJ. Multivariate statistical analysis by Hangeul SPSSWIN. Seoul:sukjungbooks;1999:559-590, 621-637.
- Macek MD, Beltran-Anguilar ED, Lockwood SA, Malvitz DM. Updated comparison of the caries susceptibility of various morphological types of permanent teeth. *J Public Health Dent* 2003;63:174-182.
- Lee KH, Ra JY, An SY, Kim YH. Degree of symmetry of dental caries in primary dentition. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2010;37:453-460.
- Burnside G, Pine CM, Williamson PR. Modelling the bilateral symmetry of caries incidence. *Caries Res* 2008;42:291-296.
- Hannigan A, O'Mullane DM, Barry D, Schafer F, Roberts AJ. A caries susceptibility classification of tooth surfaces by survival time. *Caries Res* 2000;34:103-108.
- Lucas JR, Largaespada LL. Explaining sex differences in dental caries prevalence: saliva, hormones, and "life-history" etiologies. *Am J Hum Biology* 2006;18:540-555.
- Kiwanuka SN, Astrøm AN, Trovik TA. Dental caries experience and its relationship to social and behavioural factors among 3-5-year-old children in Uganda. *Int J Paediatr Dent* 2004;14:336-346.
- Shaffer JR, Polk DE, Feingold E, Wang X, Cuenko KT, Weeks DE, et al. Demographic, socioeconomic, and behavioral factors affecting patterns of tooth decay in the permanent dentition: principal components and factor analyses. *Community Dent Oral Epidemiol* 2013;41:364-373.