

# Masticatory Performance and the Related Factors in Korean Children and Adolescents

Minah Lee<sup>1</sup>, Taeyang Lee<sup>1</sup>, Baek-il Kim<sup>2</sup>, Je Seon Song<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University

<sup>2</sup>Department of Preventive Dentistry and Public Oral Health, BK21 PLUS Project, College of Dentistry, Yonsei University

## Abstract

This study aimed to evaluate the masticatory performance of Korean children and adolescents and to investigate related factors. Early loss of primary molars, degree of occlusion of first molars, occlusal relationship of first molars, and presence of anterior crossbite were considered.

From March 2020 to July 2021, 56 children and adolescents between the ages of 6 and 12 were included. The mixing ability index (MAI) was calculated to evaluate the masticatory efficiency of children and adolescents. The subjects were classified into three groups according to the number of early lost primary molars; normal dentition, 1 - 2 teeth lost, more than 3 teeth lost. The number of participants are 23, 18, and 15, respectively.

There was no difference in the MAI values between the normal dentition group and the group has 1 - 2 teeth lost. However, when 3 or more primary molars were lost, the MAI value decreased and a significant difference was observed.

This study is the first study to evaluate the masticatory performance of children and adolescents in Korea, and it will be helpful to pediatric dentists who evaluate the masticatory performance of children and adolescents and strive to improve the masticatory efficiency of children and adolescents in clinical practice.

**Key words :** Mastication, Efficiency, Children, Adolescents, Early loss primary molar

## I. 서 론

저작은 음식을 구강 내에서 씹고 분쇄하는 행위를 일컫는 말로, 소화의 첫 단계이다. 저작 활동을 통해 구강 내 음식물은 입자의 크기를 줄이고, 타액과 혼합되며 화학적인 분해 과정을 시작하게 되며, 위에서는 위액의 분비를 촉진시켜 소화의 다음 과정을 준비하게 된다[1-3]. 저작 기능에는 여러 가지 생리적 요인들이 영향을 미치며, 치열, 치아의 수, 교합 접촉 면적, 저작 근육의 상태 등을 고려할 수 있다[4].

이 중 저작 기능의 유지와 가장 근본적으로 연관되어 있는 요인은 치아의 수이며, 치아의 상실이 있는 성인은 저작 능력의 저하를 보임이 여러 선행 연구를 통해 증명된 바 있다[5,6]. 또한 다수의 치아를 상실한 노년층에서 가철성 의치나 고정성 보철을 이용한 수복이 이루어진 경우, 치료 후 저작 능력이 향상되는 것을 확인할 수 있었다[7].

저작 능력은 전신 건강의 유지와 밀접한 관계가 있다고 알려져 있으며, 치아 상실이 빈번하게 일어나는 노년층에서 이러한 변화가 더욱 뚜렷하다[8,9]. 저작 기능의 저하는 개인의 삶의 질

Corresponding author : Je Seon Song

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University, 50-1 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul, 03722, Korea

Tel: +82-2-2228-3176 / Fax: +82-2-392-7420 / E-mail: songjs@yuhs.ac

Received February 3, 2022 / Revised March 16, 2022 / Accepted March 15, 2022

과도 유의한 연관성을 보인다[10]. 보철 수복 전 후 저작 기능에 대한 객관적 평가 및 주관적 평가를 함께 실시하였을 때, 고정성 보철과 가철성 보철 간의 만족도나 저작 기능 향상 정도의 차이는 있었으나 보철적 치료 후 삶의 질, 구강 만족도, 저작 기능은 모두 개선되는 결과를 보였다. 객관적 평가에서도 7 - 18% 정도 저작 기능이 향상되었고, 주관적 평가에서도 높은 만족도를 보였다[11].

과거 저작 능력을 평가하는 대부분의 연구는 식품을 이용하여 분쇄 정도를 평가하는 방식으로 이루어졌으나, 최근 시행된 연구들에서는 two-color chewing gum이나 파라핀 왁스를 활용하여 재료가 혼합되는 정도를 정량화하는 방법이 선호되고 있다. 두 색상의 혼합 정도는 광학적 방법이나 육안 검사를 통해 평가될 수 있으며, 유효성 및 신뢰성 측면에서 분쇄 테스트의 성공적인 대안으로 여겨진다[12]. Mixing ability index (MAI)는 two-color chewing gum을 이용한 정량적 평가 방법으로, 국내에서는 한국 성인의 저작 능력 평가 및 의치 사용 시 저작 능력 개선 여부, temporomandibular disorder 환자에서의 저작 능력 평가 등의 연구가 이 지표를 활용하여 이루어진 바 있다[13-15]. 성인의 경우 구치부의 상실 치아가 많아질수록 MAI 값이 유의하게 낮아지는 것을 확인할 수 있었으며, 연령의 증가와 저작 능력은 연관성이 있는 것으로 나타났다.

성장기의 소아청소년에게 저작 및 음식 섭취는 매우 중요한 행위이며 성장에 절대적인 영향을 미칠 수 있다. 그러나 소아청소년의 저작 능력에 대해 연구한 사례들은 희소하며, 유구치의 조기 상실이 저작 능력에 미치는 영향에 대해 연구된 바는 없다. 소아청소년의 성장에 있어 원활한 음식 섭취가 중요한 요소임을 고려하였을 때, 소아치과 의사는 치열 및 구강의 관리를 통해 저작 능력을 적절한 수준으로 유지해줄 수 있어야 하며 이를 위해 저작 능력에 영향을 미치는 요소들에 대한 이해가 선행되어야 한다.

따라서, 이 연구는 기존의 저작 능력 측정 방법을 이용하여 저작 능력을 정량적으로 측정하고, 이에 영향을 주는 요소들에 대해 분석하고자 시행되었으며, 객관적 지표와 선행 연구를 바탕으로 소아청소년의 저작 능력을 비교, 평가하고자 하였다.

## II. 연구 재료 및 방법

이 연구는 연세대학교 치과대학병원 임상 연구 윤리 위원회 (Institutional Review Board, IRB)의 승인을 받아 시행되었다 (IRB No: 2-2019-0066).

### 1. 연구 대상

이 연구는 2020년 3월부터 2021년 7월까지 연세대학교 치과대학병원 소아치과에 내원하여 조사에 동의한 56명의 만 6세에서 12세 사이 소아청소년을 대상으로 시행되었다. 전신적인 문제가 있거나, 뇌성마비 등의 신경학적인 문제 혹은 근활성도에 직/간접적으로 영향을 미칠 수 있는 약물을 복용 중이거나 Angle's classification Class I 기준으로 8.0 mm 이상 차이가 나는 부정교합이 존재하는 소아청소년들은 연구대상에서 제외되었다. 보호자들에게 연구의 내용에 대하여 설명하였으며, 연구 참여에 동의한 대상자들만을 연구 대상에 포함시켰다. 피험자들은 유구치부 상실 치아의 개수에 따라 3개의 군으로 분류하였으며, I 군은 제1유구치, 제2유구치가 모두 건전한 정상 치열군, II 군은 1 - 2개 유구치의 조기 상실이 있는 경우, III 군은 3개 이상의 유구치가 조기 상실된 경우로 분류하였다. 최종 대상자는 56명으로, 남자는 35명, 여자는 21명이었고, 연구 대상자의 평균 연령은 8.4세였다. 각 대상자의 성별 및 나이 분포와 관련된 일반적 특성은 다음과 같다(Table 1).

### 2. 연구 방법

#### 1) 임상 검사

한 명의 치과 의사가 연구 대상자의 구강 내 교합 상태를 평가하였다. Angle's classification에 따라 구치부의 전후방 관계와, 전치부 반대교합(anterior crossbite) 여부와 상하악 제1대구치의 교합 정도를 평가하였다. 상하 제1대구치의 교합 정도는 40.0  $\mu$ m 교합지(Dr.Jean Bausch GmbH & Co.KG, Germany)를 이용하여 안정적인(stable) 교합 면의 접촉이 있는 상태, 불안정한(unstable) 교합 면의 접촉이 있는 상태, 교합 면의 접촉이 없는 상태로 분류하였다. 분류의 정확성을 위해 검사 직후 구강내 사진을 촬영하였고 임상적으로 1회 평가 후 사진 기록을 통해 재평가를 실시하였다.

**Table 1.** Distribution of subjects and ages according to gender and number of primary posterior teeth lost

Groups	Males	Females	Total	Average ages
No loss	14	9	23	8.31 $\pm$ 1.17
1 - 2 loss	11	7	18	8.43 $\pm$ 1.17
3 < loss	10	5	15	8.47 $\pm$ 1.02

All values are mean  $\pm$  standard deviation.

2) 왁스 시편을 이용한 저작 효율 검사

저작 효율을 정량적으로 평가하기 위하여 Sato 등[16]이 개발한 저작 효율 평가 방법을 활용하였다. 이 방법은 붉은색과 녹색, 두 가지 색의 utility wax를 격자 모양으로 겹쳐 12.0 × 12.0 × 12.0 mm<sup>3</sup>의 크기를 가지는 정육면체 형태로 제작하여 사용하였다(Fig. 1). 왁스 시편의 변색을 방지하기 위해 사용 전 냉장 보관하였으며, 연구 대상자가 저작하기 전 균일하게 15분 동안 상온에 보관 후 검사를 시행하였다.

모든 대상자들은 왁스 시편을 입 안에 넣은 후 평상시 본인이 저작하는 방법으로 총 10회를 씹도록 하였다. 같은 방법으로 연구 대상자 1명당 총 2개의 왁스 저작 시편을 얻었으며, 왁스 시

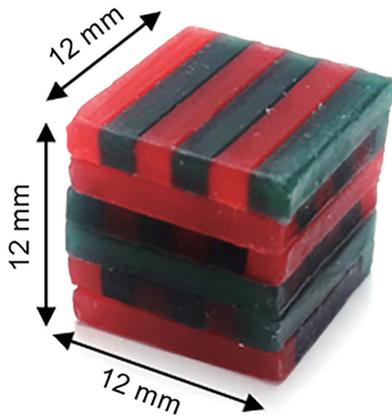


Fig. 1. Red and green, two-color utility wax in the form of a cube with a size of 12 × 12 × 12mm<sup>3</sup>.

편은 디지털 카메라(NIKON COOLPIX 4500, Japan)를 이용하여 동일한 광원 및 렌즈와 피사체 간 거리(30.0 cm)를 유지하여 각 시편의 앞, 뒷면을 촬영하였으며, 촬영된 이미지는 컴퓨터의 JPG 파일 형태로 저장하였다.

3) 이미지 분석 및 Mixing Ability Index (MAI)의 산출 과정

촬영된 왁스의 저작 시편 이미지는 이미지 분석기(Image pro plus 6.0, USA)를 이용하여 투사된 총 면적(total projection area, AH), 두께가 50.0 μm 이상인 투사 면적(projection area above 50 μm in thickness, A), 최대 길이(maximum length, ML), 최대 폭(maximum breadth, MB), 붉은 색의 면적(red area, RA), 그리고 녹색의 면적(green area, GA)의 정보를 수집하였다(Fig. 2). 이렇게 수집된 정보는 Sato 등[16]에 의해 제안된 방법에 의해 다음과 같은 4가지 변수로 변환되었다.

(1) MIX : 두 색이 섞인 면적의 비율

$$MIX = 100 - (RA + GA) / A \times 100$$

(2) TR : 전체 투사 영역 중에 두께가 50.0 μm 이하가 되는 면적의 비율

$$TR = 100 - A / AH \times 100$$

(3) LB : 최대 너비에 대한 최대 길이의 비율

$$LB = ML / MB$$

(4) FF : 시편이 얼마나 편평한 지를 나타내는 형태 요소

$$FF = ML^2 \times (\pi / 4) \times AH \times 100$$

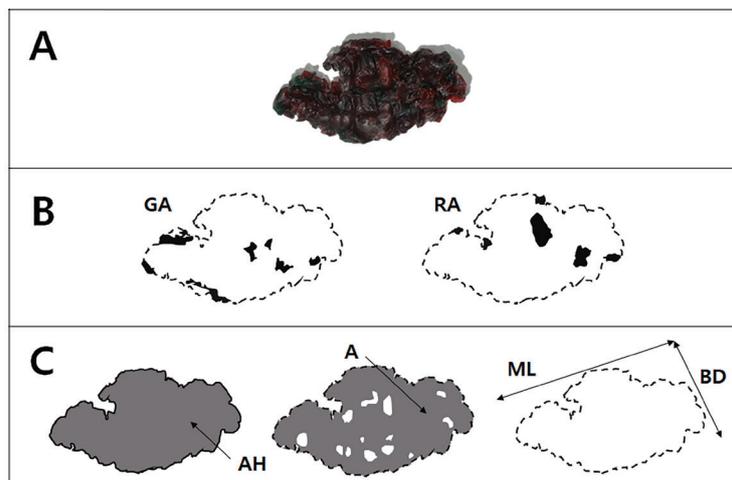


Fig. 2. Schematic diagram showing the measured items of the chewed wax cube. (A) Practical image, (B) Color image, (C) Monochrome image.

이미지 분석 전 과정은 결과의 오차를 줄이기 위하여 훈련된 1명의 검사자에 의하여 시행되었고, 한 개의 시편에 대해 앞, 뒷면 각각에 대한 판별 분석을 시행하였다. 시편에 대한 네 가지 변수를 취합하여 활용하였으며, 최종적으로 Jeong 등[17]의 판별함수식을 이용하여 최종 MAI 값을 도출하였다.

4) 통계 분석 방법

전체 환자 군을 대상으로 임상 검사 및 저작 능력 검사를 시행하여 피험자 군의 분류 및 MAI 값을 도출하였다. Shapiro-Wilk 정규성 검정을 시행하였으며, 3개 군 간의 비교를 위해 일원 배치 분산분석(one-way analysis of variance, one way ANOVA) 및 Turkey 사후 검정을 시행하였다. 성별, 나이, 제1대구치의 교합 정도, Angle's classification, 전치부 반대교합의 유무 및 MAI index 값 간의 유의성을 확인하기 위하여 독립 변수 t검정(Student's t-test)을 시행하였으며, Pearson's correlation test를 시행하여 0.01 유의수준에서 변수간 관련성을 확인하였다. 유구치 상실 이 없는 군과 유구치 1개 이상 상실 군을 구분하여 Kendall의  $\tau$ -b correlation test를 시행, 임상 변수 간 관련성을 0.05, 0.01 유의수준에서 확인하였다. 모든 통계 분석은 통계 프로그램 (SPSS for Windows, version 26.0; IBM Inc., Chicago, USA)을 이용하였다.

III. 연구 성적

1. 대상자의 일반적 특성

이 연구에서는 제1유구치, 제2유구치가 모두 건전한 I군(n = 23), 1 - 2개 유구치의 조기 상실이 있는 II군(n = 18), 3개 이상의 유구치가 조기 상실된 III군(n = 15)을 모집하였으며, 각 군별 평균 연령은 8.3, 8.4, 8.5세였다(Table 1).

임상 검사상 관찰된 전체 연구 대상자들의 교합 상태를 Angle's classification, 전치부 반대 교합(anterior crossbite) 여부와 상하악 제1대구치의 교합 정도에 따라 분류하였다(Table 2). Angle's classification Class I 이 50%로 과반을 차지하였으며, Class II, Class III가 각각 25%를 차지했다. 전치부 반대 교합은 전체 연구 대상자 중 7명에서 관찰되었다. 상하악 제1대구치의 교합은 59%에서 안정적인(stable) 양상을 보였으나, 34%에서 부분적으로 교합이 이루어지거나 약한 교합 관계를 보이는 불안정한(unstable) 양상을 보였고, 7%에서는 전혀 교합이 이루어지지 않았다.

2. 조기 상실된 유구치 수에 따른 저작 효율의 비교

왁스 시편을 저작 후 분석하여 각 변수에 해당하는 값을 구하고, 판별 함수를 통해 도출한 MAI 값을 비교 분석하였다(Table 3). 평균 값을 비교하였을 때, I군과 II군은 MAI 값에서 차이를 보이지 않았으나, III군에서는 MAI 값의 확연한 감소를 보였다.

Table 2. General characteristics of the participants

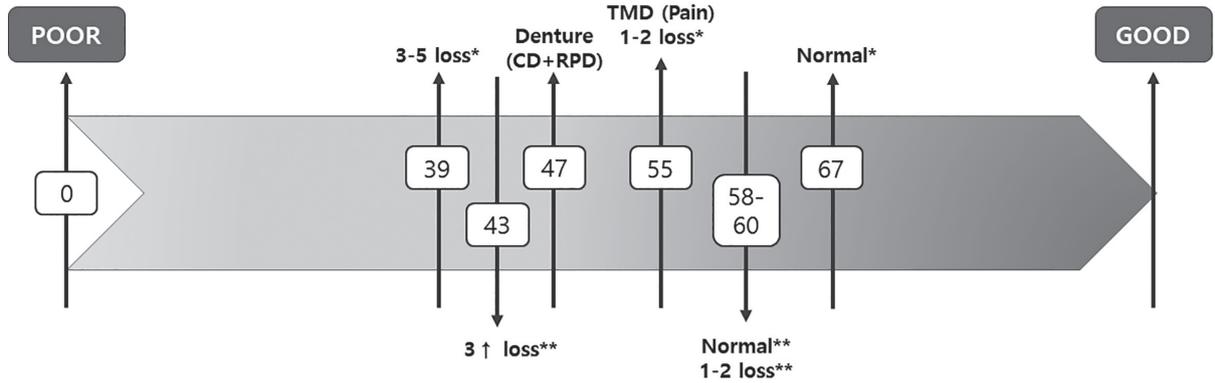
Variables	Group	N (%)
Angle's classification	I	28 (50)
	II	14 (25)
	III	14 (25)
Anterior crossbite (ACB)	non-ACB	49 (87.5)
	ACB	7 (12.5)
	Stable	33 (59)
First molar interdigitation	Unstable	19 (34)
	None	4 (7)

(N = 56)

Table 3. Descriptive statistics of the MAI

Groups	N	Average ages	MAI	p-value
Number of primary posterior teeth lost				
No loss	23	8.31 ± 1.17	58.8 ± 2.02	0.582
1 - 2 loss*	18	8.43 ± 1.17	60.5 ± 3.08	0.046
3 < loss	15	8.47 ± 1.02	43.2 ± 4.17	0.075
Total	56	8.43 ± 1.16	55.2 ± 4.51	

All values are mean standard deviation.  
 p-value from Shapiro-Wilk test (\*: p < 0.05)  
 N, number of subjects; MAI, Mixing Ability Index



**Fig. 3.** Comparison of MAI scores of Korean adults and children and adolescents in case of loss of posterior teeth. Upper line & \* means MAI scores from adults; lower line & \*\* means MAI scores from children and adolescents.

국내의 성인들을 대상으로 한 저작 능력 평가를 비롯하여 구치부의 상실 치아가 존재할 때, 턱관절 장애가 있는 환자들의 MAI 값을 같은 연구 방법을 통하여 확인한 선행 연구들을 참조로 하여 이번 연구에서 도출한 국내 소아 청소년의 MAI 값을 Fig. 3와 같이 나타내었다[13-15,17]. 국내 성인들의 평균 MAI 값은 67정도로, 1 - 2개의 구치부 치아의 상실 시 평균 55, 3 - 5개의 구치부 치아의 상실 시 39정도의 값을 보였다. 성인 및 소아 청소년에서 구치부의 탈락이 없는 정상 치열 군인 경우와 1 - 2개의 구치부 치아가 상실된 경우는 비슷한 MAI 값을 나타냈지만, 성인, 소아청소년 모두 3개 이상의 구치부 치아의 탈락이 있을 때는 MAI 값의 감소가 있었다.

3. MAI score 및 변수들 간의 상관성 비교

왁스 시편을 이용한 저작 효율 검사 전, 임상적으로 확인한 Angle's classification, 전치부 반대 교합의 유무, 제1대구치의 교

합 정도, 상실된 유구치의 개수와 같은 임상 검사 항목들과 나이, MAI 값 등 객관적인 평가 지표들 간의 상관관계를 분석하였다 (Table 4). 조기 상실된 유구치의 수와 MAI 값 사이에서 유의한 연관성이 나타났으며, 다른 임상 요소들과 MAI 값 사이에서는 유의한 연관성이 확인되지 않았다. 이외에도 나이와 제1대구치의 교합 관계, 전치부 반대 교합의 존재와 Angle's classification 사이에서 유의한 연관성이 확인되었다.

조기 상실된 유구치가 MAI 값에 미치는 영향을 배제하기 위하여 제1유구치, 제2유구치가 모두 건전한 I군과 유구치의 조기 상실이 있는 II군, III군의 경우를 나누어 변수들 간의 상관성을 분석하였다. 먼저, 유구치가 모두 건전한 I군에서는 전치부 반대 교합의 유무와 Angle's classification, MAI 값 사이에서 각각 연관성이 나타났다(Table 5). 이에 반해, 유구치의 조기 상실이 있는 II군, III군에서는 변수간 유의한 연관성을 가지는 관계가 존재하지 않았다(Table 6).

**Table 4.** Correlation coefficients between age, group, MAI score, Angle's classification, anterior crossbite, first molar interdigitation

	Age	Group	MAI score	Angle's classification	Anterior Crossbite	First molar interdigitation
Age						
Group	0.349**					
MAI score	-0.046	-0.401**				
Angle's classification	0.008	0.192	0.047			
Anterior Crossbite	0.032	0.000	-0.222	-0.430**		
First molar interdigitation	-0.459**	-0.462**	0.038	0.022	-0.054	

All values from Pearson's correlation test  
 \*\*: Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

**Table 5.** Correlation coefficients between age, MAI score, Angle's classification, anterior crossbite, first molar interdigitation within normal dentition group, which has no lost primary posterior teeth

	Age	MAI score	Angle's classification	Anterior Crossbite	First molar interdigitation
Age					
MAI score	0.139				
Angle's classification	-0.104	-0.016			
Anterior Crossbite	0.065	-0.373*	-0.667**		
First molar interdigitation	-0.312	-0.069	0.316	-0.272	

All values from Kendall's  $\tau$ -b correlation test

\*: Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

\*\*: Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

**Table 6.** Correlation coefficients between age, MAI score, Angle's classification, anterior crossbite, first molar interdigitation between participants who lost primary posterior teeth

	Age	MAI score	Angle's classification	Anterior Crossbite	First molar interdigitation
Age					
MAI score	0.029				
Angle's classification	0.034	0.056			
Anterior Crossbite	-0.012	-0.081	-0.124		
First molar interdigitation	-0.194	-0.062	-0.153	0.210	

All values from Kendall's  $\tau$ -b correlation test

#### IV. 총괄 및 고찰

영양분의 소화 및 섭취의 시작 역할을 담당하는 신체 내 기관은 입, 즉 구강이다. 신체의 발달과 성장이 이루어지는 성인 이전 시기에서는 충분한 영양 공급의 중요성이 더욱 강조된다. 따라서 영유아나 소아청소년의 저작 행위나 저작 능력을 평가하고자 한 선행 연구들은 여러 차례 보고된 바 있다. 영유아에서 음식 종류에 따른 저작 능력을 평가한 연구에서는, 푸레나 연질의 고형물(젤라틴 조각) 같은 경우 생후 6 - 8개월 사이 저작 기능이 완성되며, 일반식의 경우 생후 6개월에서 2세 사이 저작 시간의 단축과 씹는 횟수의 감소가 나타나고 생후 2세부터 8세 사이의 어린이들은 연령과 관계없이 유사한 정도의 저작 능력을 보이는 것으로 확인되었다[2,18-20]. 또한 Gavião 등[21]은 유치열기에서 교합력은 저작 성능의 주요 결정 요인이 아니라고 보고하였고, Kaya 등[22]은 혼합치열기의 소아청소년들은 건강한 치열을 가진 성인에 비해 더 낮은 저작 효율을 보였다고 보고하였다.

음식을 저작하는 행위에 있어서 감소된 치아의 수는 영향을 미친다[5]. 특히 전체 치열 중 음식물의 분쇄 작용에서 중심적으로 역할을 하는 구치부 치아의 상실은 저작 능력의 감소와 밀접

한 연관이 있으며, 이에 대한 선행 연구들은 주로 치아 상실이 빈번하게 일어나는 노년층을 대상으로 이루어졌다[6,23]. 그러나 소아청소년의 저작, 그 중에서도 유치열기 치아의 상실과 기능 손실의 연관성에 대한 선행 연구는 찾아보기 힘들었다. 이 연구에서는 two-color chewing gum에서 면적, 길이, 폭, 붉은 색과 녹색 면적을 각각 측정하고, 면적의 비율, 너비와 길이의 비교, 시편 두께의 균일성을 분석하여 색의 혼합 정도를 평가하였다. 저작 능력을 정량화할 수 있다는 점에서 저작 능력의 객관화된 평가 지표로서 활용 가능하였으며, 피험자들의 임상 평가 자료를 바탕으로 저작 능력 및 임상 요소 간의 연관성을 평가하였다.

국내 성인들을 대상으로 two-color chewing gum 및 MAI 값을 이용한 저작 평가는 여러 차례 이뤄진 바 있다. Jeong 등[17]의 연구에서는 국내 성인의 혼합 능력 지수와 주관적 음식섭취 능력을 평가하기 위해 턱관절 장애, 부정교합이 없는 20-60세의 피험자를 대상으로 정상 치열 군과 1 - 2개 구치부 치아 상실 군, 3 - 5개 구치부 치아 상실 군을 나누어 MAI 값을 측정하였다. 각 피험자의 MAI 값은 정규 분포를 보였으며, 정상 치열 군에서 67, 1 - 2개 구치 상실 군에서 55, 3 - 5개 구치 상실 군에서 39의 MAI 평균값을 나타냈다(Fig. 3). 이러한 결과로부터 성인에

서 3개 이상의 구치부 치아의 상실이 있을 경우 저작 능력의 급격한 감소를 초래됨을 확인하였다. Kang 등[14]의 연구에서는 제1대구치 또는 제2대구치를 상실한 환자들의 임플란트 수복 전 후의 저작 기능을 비교하였다. 임플란트 수복 전 구치부 치아의 상실이 있는 환자군에서는 평균 54점도의 MAI 값을 나타냈다. 임플란트 수복 전 MAI 값 50을 기준으로 양호한 저작 능력을 가진 환자 군과 불량한 저작 능력을 가진 환자 군을 나누었을 때, 저작 능력이 불량했던 환자 군에서 임플란트 수복 후 MAI 값이 31.6% 증가하였으며, 저작 능력이 양호했던 환자군에서는 MAI 값이 9.5% 증가했음을 확인할 수 있었다. 치아 상실 부위를 의치로 수복한 경우에는 MAI 값이 약간 증가하였으나 구치를 1 - 2개 상실한 군보다 낮은 평균 MAI 값을 나타냈다. 이외 다른 변수로 Ahn 등[13]은 TMD 유무에 따른 저작 능력의 변화를 확인하였는데, TMD가 존재하는 환자 군에서 저작 능력의 감소를 확인할 수 있었다. 이러한 선행 연구를 종합하였을 때, 첫번째로 성인에서 치아 상실 개수가 증가함에 따라 저작 능력의 상실이 일어난다는 것을 확인하였으며, 두번째로 통일된 변수들을 통해 도출한 MAI 값을 통해 객관적인 저작 능력 지표를 수립할 수 있었다. 또한 세번째로 임플란트, 의치 등 치아 상실 부위의 수복이 저작 능력의 회복 및 개선에 유효하게 작용하였다.

제1대구치는 교합을 평가함에 있어서 중요한 치아이다. 교합의 상태를 논의하고자 할 때 보편적으로 쓰이는 분류로 Angle's classification을 고려할 수 있는데, 이 분류 또한 제1대구치를 기준으로 한다. 유구치 상실 증례에서 공간 소실이 빈번하게 일어나는 것을 고려했을 때 완전한 Class I 교합 관계를 가지는 연구 대상자의 비율이 높지 않았다. Yoon 등[24]에 의하면 저작 능력을 평가하였을 때 Angle's classification의 분류와 저작 능력 간의 유의할 만한 상관 관계가 나타난 바 없으며, Toro 등[25]에 의하면 약한 부정교합 관계를 가지는 환자들은 정상 교합과 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 교두 1/2 이하로 약한 class II, III 부정교합을 가지는 경우에는 연구대상자에 포함시켜 평가하였다. 또한 제1대구치의 맹출 시기 및 속도는 개개인마다 차이를 보이는 점을 고려하여, 임상 평가 중 제1대구치의 교합 정도를 3개 군으로 나누었다. 제1대구치의 교합이 가지는 의의를 고려하였을 때[26], 제1대구치의 교합이 안정적인 경우 상대적으로 저작 능력의 우위를 보일 것으로 예상하였으나, 연관성이 없는 것으로 나타났다. 이를 통해 제1대구치의 맹출 및 교합의 안정이 저작 능력의 향상을 의미하지 않으며, 제2유구치의 맹출 후에는 유치열기에서도 충분한 저작 능력을 가지고 있음을 의미한다고 할 수 있다. 다만 나이와 제1대구치의 교합 정도 간에 유의미한 연관성이 확인되었으며, 제1대구치의 맹출 단계에 비례하여 긴밀하고 안정적인 교합 관계가 정착되었다.

일반적으로 부정교합이 있는 환자들은 저작 능력의 감소를 보이며, 심각한 부정교합을 가진 아이들은 정상적인 교합을 가진 아이들에 비해 음식을 분해하는 능력이 현저히 낮다는 것은 잘 알려져 있다[27]. Tate 등[28,29]의 연구에서는 성인에서 악교정 수술이 필요한 정도로 심한 Class III 부정교합을 보이는 환자들은 외과적 수술 및 교정 전 현저히 낮은 저작 능력을 보였으며, Owens 등[30]의 연구에서는 정상 교합을 가진 대조군에 비해 부정교합이 있는 환자군에서는 교합 접촉 면적이 감소하였고, 부정교합 중에서는 Class I 부정교합, Class II, Class III 순으로 넓은 접촉 면적을 보였다. 저작 및 연하 능력에 관련된 요소들에 대해 연구한 Fontijn-Tekamp 등[31]은 교합 단위의 수가 저작 능력을 나타내는 분쇄된 입자 크기와 연하에 영향을 미치는 가장 중요한 요인이라고 보고하였으며, Bae 등[32]의 연구에서는 부정교합 환자들에서의 교합 접촉 면적의 감소와 저작 효율의 감소를 함께 확인하였다.

그러나 Toro 등[25]의 연구에서 실리콘 인상재를 사용하여 최소 1/2 교두의 Class II 부정교합을 가지고 있는 소아 청소년의 저작 능력을 정상 교합과 Class I 부정교합 환자들과 비교하였을 때, 정상 교합을 가진 환자들과 Class II 부정교합 환자들의 저작 능력은 비슷한 정도로 나타났다. 이 연구에서도 Angle's classification으로 분류한 Class II, III 부정교합 환자들과 저작 능력 사이에는 통계적으로 유의할 만한 연관성을 보이지 않는 것으로 나타났다.

저작 효율을 제외한 다른 임상 요소들 간의 관련성을 살펴보았을 때, 전치부 반대 교합의 유무와 Angle's classification 사이 유의한 연관성이 확인되었다. 정상 치열군에서도 같은 연관성이 나타났으며, 추가적으로 전치부 반대 교합과 MAI score 간에도 통계적인 연관성을 확인할 수 있었다(Table 5).

이 연구에서는 객관적 평가 지표를 통해 한국 소아청소년의 저작 능력을 평가하고자 하였으며, 성인에서의 연구 결과와 유사하게 유구치부에서도 3개 이상의 조기 상실 치아가 있을 때 저작 능력의 감소가 일어남을 확인하였다. 연구 대상자들은 정상 치열 군, 1 - 2개 유구치를 상실한 경우, 3개 이상의 유구치를 상실한 경우로 나뉘었으며, I, II군의 평균 MAI 값을 비교하였을 때는 유의할 만한 차이가 없었다. 즉, 유구치의 1 - 2개 상실은 저작 능력에 유의하게 영향을 미치지 않았다. 그러나 3개 이상 치아를 상실한 군에서는 유의미한 MAI 값의 감소를 보였다. 이는 유구치 조기 상실에 의한 저작 능력의 감소를 보여준다.

성인의 저작 능력과 소아청소년의 저작 능력을 비교하였을 때, 정상 치열을 가지는 소아청소년의 경우에도 정상 치열의 성인보다는 낮은 MAI 값을 나타냈으며, 소아청소년의 평균적인 저작 능력은 성인에 비해 상대적으로 낮다고 할 수 있다. 소아에서

부터 성인이 될 때까지 연령이 증가함에 따라 저작 능력이 항상 이 이루어지나, 통계학적으로 연령에 비례함을 확인할 수는 없었다. 또한 성인에서 3 - 5개 치아를 상실한 경우보다 소아청소년에서 3개 이상의 유구치를 상실한 경우에 더 높은 MAI 값을 나타냈는데, 이는 치아의 상실이 소아청소년보다 성인에서 저작 능력의 감소를 유발하는데 더욱 주요하게 작용함을 보여준다. 정상 치열과 구치가 상실된 환자의 MAI 값 차이를 절대적으로 비교했을 때, 소아청소년에서 성인보다 차이가 적었다. 혼합치열기의 소아청소년에서는 양호한 저작 능력과 부족한 저작 능력의 차이가 성인에 비해 크지 않으며, 교합 면적의 감소에 비례해서 저작 능력의 감소가 일어나는 것이 아님을 알 수 있다. 그러나 정상 성인과 소아청소년의 저작 능력의 차이가 크지 않다는 점과 소아청소년에서도 치아의 상실에 따라 분명한 저작 능력의 감소를 보인다는 점을 고려하였을 때, 성장 중 정상적인 저작 능력 유지를 위해서는 소아청소년 시기 종합적인 치열 관리의 필요성이 대두된다.

이 연구의 한계로는 우선 연구 대상자 수의 부족을 고려할 수 있다. 연구의 포함 기준 및 환자의 협조도를 고려하였을 때, 연구에 부합되는 모집군, 특히 다수의 조기 상실 유구치를 가지는 연구 대상자를 확보하는 데 어려움을 겪었다. 전체 대상자 수의 부족은 통계적으로 나타난 결과 및 차이를 확립하게 어렵게 만드는 요인이다. 또한 표집 편중(sampling bias), 즉 이 연구 결과가 우리나라의 소아청소년 전체를 반영하는 평균값으로 고려되기에는 대표성이 부족하다고 할 수 있다. 이 연구는 연세대학교 치과대학병원에 내원하는 환자들을 대상으로 시행된 연구이며, 연구의 통일성을 위해 한 명의 치과의사가 모든 임상 검사를 실시하였으나 검사상의 오류를 배제할 수는 없다. 두 번째는 잔존하는 유구치의 수복 경험 유무이다. 구강 내 잔존하고 있는 유구치의 동요도는 없는 상태 임은 확인되었으나 해당 유구치가 복합 레진 수복 혹은 기성금속관으로 수복되어 있는 지는 연구에서 고려되지 않았다. 이 연구에서는 수복된 유구치를 저작 능력이 있는 건전치로 판단하였으나 추후 유구치의 수복 상태에 따른 저작 능력의 차이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다. 세 번째로 소아 청소년을 대상으로 한 연구이기 때문에 식품섭취능력 점수와 같은 주관적인 평가 지표를 활용하지 못했다는 점을 들 수 있다. 일반적으로 저작 능력 평가를 시행할 때는 주관적인 능력 평가와 객관적인 능력 평가를 함께 시행하며, 다양한 식품에 대한 저작 기능을 평가하는 설문지를 활용하나 연구 대상자의 연령을 고려하여 주관적인 평가는 배제하였다. 마지막으로 이 연구는 cross-sectional 연구이기 때문에 연령 증가 등에 따른 저작 능력의 변화를 정확히 반영한 결과라고 결론 내리기 어려웠다.

이러한 한계에도 불구하고, 이 연구는 최초로 유구치가 조기 상실된 경우 소아청소년의 저작 능력을 평가하고자 하였으며, 혼합치열기 소아청소년의 저작 능력에 연관되는 다양한 요소들을 비교하였다. 또한 선행 연구와 비교하여 국내 성인 및 소아청소년의 저작 능력을 비교할 수 있는 연구 결과를 제시하였음에 의의가 있다. 추후 후향적 연구를 통해 치아의 조기 상실이 있었거나 저작 능력이 부족했던 환아들의 저작 능력의 개선 유무와 개선 정도를 평가할 수 있을 것으로 생각된다.

## V. 결 론

이 연구에서는 two color chewing gum을 이용하여 도출한 객관적인 지표를 바탕으로 국내 소아청소년의 저작 능력을 평가하였다. 나이, 조기 상실된 유구치의 개수, 제1대구치의 교합 정도, Angle's classification, 전치부 반대 교합 등 임상적인 요소들과 저작 능력과의 관련성을 확인하였으며, 정상적인 소아청소년의 저작 능력은 1 - 2개 유구치의 상실이 존재하는 경우와 유사한 결과를 보였다. 조기 상실된 유구치의 개수가 3개 이상일 때는 유의미한 저작 능력의 감소가 나타났다.

이 연구는 국내 혼합치열기 소아청소년의 저작 능력을 최초로 평가하였으며, 객관적인 평가 방법 및 기준을 통해 소아청소년들의 저작 능력에 영향을 미치는 요소들을 파악함으로써 연령에 따른 적절한 저작 능력을 유지하는데 도움이 될 것이다.

## Authors' Information

Minah Lee <https://orcid.org/0000-0002-9533-6361>

Taeyang Lee <https://orcid.org/0000-0002-2189-7692>

Baek-il Kim <https://orcid.org/0000-0001-8234-2327>

Je Seon Song <https://orcid.org/0000-0001-8620-5629>

## References

- Ahlgren J : Mechanism of mastication. *Acta Odontol Scand*, 24:1-109, 1966.
- Arvedson JC, Lefton-Greif MA : Anatomy, physiology, and development of feeding. *Semin Speech Lang*, 17:261-268, 1996.
- Prinz JF, Lucas PW : An optimization model for mastication and swallowing in mammals. *Proc Biol Sci*, 264:1715-1721, 1997.
- Carlsson GE : Bite force and chewing efficiency. *Front Oral*

- Physiol*, 1:265-292, 1974.
5. Österberg T, Tsuga K, Steen B, *et al.* : Masticatory ability in 80-year-old subjects and its relation to intake of energy, nutrients and food items. *Gerodontology*, 19:95-101, 2002.
  6. Papas AS, Palmer CA, DePaola P, *et al.* : Longitudinal relationships between nutrition and oral health. *Ann N Y Acad Sci*, 561:124-142, 1989.
  7. Wallace S, Samietz S, Schimmel M, *et al.* : Impact of prosthodontic rehabilitation on the masticatory performance of partially dentate older patients: can it predict nutritional state? Results from a RCT. *J Dent*, 68:66-71, 2018.
  8. Miura H, Araki Y, Umenai T, *et al.* : Evaluation of chewing activity in the elderly person. *J Oral Rehabil*, 25:190-193, 1998.
  9. Tada A, Miura H : Systematic review of the association of mastication with food and nutrient intake in the independent elderly. *Arch Gerontol Geriatr*, 59:497-505, 2014.
  10. Miura H, Miura K, Isogai E, *et al.* : Chewing ability and quality of life among the elderly residing in a rural community in Japan. *J Oral Rehabil*, 27:731-734, 2000.
  11. Palomares T, Montero J, Rosales JI, *et al.* : Oral health-related quality of life and masticatory function after conventional prosthetic treatment: A cohort follow-up study. *J Prosthet Dent*, 119:755-763, 2018.
  12. Van der Bilt A, Mojet J, Tekamp F, Abbink J: Comparing masticatory performance and mixing ability. *J Oral Rehabil*, 37:79-84, 2010.
  13. Ahn H, Lee Y, Kim B, *et al.* : Objective and subjective assessment of masticatory function for patients with temporomandibular disorder in Korea. *J Oral Rehabil*, 38:475-481, 2011.
  14. Kang S, Lee S, Kwon H, Kim B : Short-term improvement of masticatory function after implant restoration. *J Periodontal Implant Sci*, 45:205-209, 2015.
  15. Kim HJ, Lee JY, Kim BI, *et al.* : Improvements in oral functions of elderly after simple oral exercise. *Clin Interv Aging*, 14:915-924, 2019.
  16. Sato H, Fueki K, Ohyama T, *et al.* : A new and simple method for evaluating masticatory function using newly developed artificial test food. *J Oral Rehabil*, 30:68-73, 2003.
  17. Jeong S, Kang S, Kim B, *et al.* : Subjective food intake ability in relation to the Mixing Ability Index in Korean adults. *J Oral Rehabil*, 37:242-247, 2010.
  18. Gisel EG : Chewing cycles in 2-to 8-year-old normal children: a developmental profile. *Am J Occup Ther*, 42:40-46, 1988.
  19. Schwaab LM, Niman CW, Gisel EG : Comparison of chewing cycles in 2-, 3-, 4-, and 5-year-old normal children. *Am J Occup Ther*, 40:40-43, 1986.
  20. Schwartz JL, Niman CW, Gisel EG : Chewing cycles in 4-and 5-year-old normal children: an index of eating efficacy. *Am J Occup Ther*, 38:171-175, 1984.
  21. Gavião MBD, Raymundo VG, Rentes AM : Masticatory performance and bite force in children with primary dentition. *Braz Oral Res*, 21:146-152, 2007.
  22. Kaya MS, Güçlü B, Schimmel M, Akyüz S : Two-colour chewing gum mixing ability test for evaluating masticatory performance in children with mixed dentition: validity and reliability study. *J Oral Rehabil*, 44:827-834, 2017.
  23. Leake JL : An index of chewing ability. *J Public Health Dent*, 50:262-267, 1990.
  24. Yoon H, Choi Y, Kim K, Chung C : Comparisons of occlusal force according to occlusal relationship, skeletal pattern, age and gender in Koreans. *Korean J Orthod*, 40:304-313, 2010.
  25. Toro A, Buschang PH, Throckmorton G, Roldán S : Masticatory performance in children and adolescents with Class I and II malocclusions. *Eur J Orthod*, 28:112-119, 2006.
  26. Ehrlich J, Taicher S : Intercuspal contacts of the natural dentition in centric occlusion. *J Prosthet Dent*, 45:419-421, 1981.
  27. Shiere F, Manly R : The effect of the changing dentition on masticatory function. *Dent Res J*, 31:526-534, 1952.
  28. Tate GS, Throckmorton GS, Ellis III E, Sinn DP : Masticatory performance, muscle activity, and occlusal force in preorthognathic surgery patients. *J Maxillofac Oral Surg*, 52:476-481, 1994.
  29. Tate GS, Throckmorton GS, Blackwood DJ, *et al.* : Estimated masticatory forces in patients before orthognathic surgery. *J Maxillofac Oral Surg*, 52:130-136, 1994.
  30. Owens S, Buschang PH, English J, *et al.* : Masticatory performance and areas of occlusal contact and near contact in subjects with normal occlusion and malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 121:602-609, 2002.
  31. Fontijn-Tekamp F, Van Der Bilt A, Abbink J, Bosman F : Swallowing threshold and masticatory performance in dentate adults. *Physiol Behav*, 83:431-436, 2004.
  32. Bae J, Son W, Kim Y, *et al.* : Comparison of masticatory efficiency according to Angle's classification of malocclusion. *Korean J Orthod*, 47:151-157, 2017.

국문초록

## 한국 소아청소년의 저작 능력 평가 및 관련 요인

이민아<sup>1</sup> · 이태양<sup>1</sup> · 김백일<sup>2</sup> · 송제선<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 연세대학교 치과대학 소아치과학교실

<sup>2</sup> 연세대학교 치과대학 예방치과학교실

이 연구는 국내 소아청소년의 저작 능력을 평가하고 관련 요인들을 조사하고자 하였다. 유구치의 조기 상실, 제1대구치의 교합 정도, 제1대구치의 교합 관계, 전치부 반대교합의 유무를 고려하였다.

2020년 3월부터 2021년 7월까지 56명의 만 6세에서 12세 사이 소아청소년을 대상으로 하였다. 혼합능력지수(MAI)가 소아청소년의 저작 능력을 평가하기 위해 계산되었고 유구치의 조기 상실 개수에 따라 세 집단으로 분류한 연구대상자는 정상 치열, 유구치 1 - 2개 상실, 유구치 3개 이상 상실한 경우 각각 23명, 18명, 15명이었다.

정상치열군과 1 - 2개 유구치 상실군에서는 MAI 값에서 차이가 없었으나, 3개 이상 유구치를 상실한 경우 MAI 값이 감소했으며, 유의한 차이가 관찰되었다.

이 연구는 국내 소아청소년의 저작 능력을 평가한 최초의 연구로, 성인과 저작 능력을 비교하였으며, 임상에서 소아청소년의 저작 능력 증진을 위해 노력하는 소아치과 의사에게 도움이 될 수 있다.