

# 식사 유형, 성별 및 체중 상태가 저작 특성에 미치는 영향

The meal type, gender and weight status can affect the masticatory properties

박수진, 오영진주, 강민정, 신원선\*

한양대학교 식품영양학과

Soojin Park, Yingjinzhu Wu, Minjung Kang, Weon-Sun Shin\*

Department of Food and Nutrition, College of Human Ecology, Hanyang University

## Abstract

The masticatory performances on bibimbap and hamburger including chewing number, chewing rate, chewing frequency and bite size were investigated under gender, and weight status among 41 panels. Results shows that, the chewing time on bibimbap exhibits a longer period comparing to the hamburger group. In addition, the males shows a less chewing number and time and than females among the two meals. For the obese groups, they tend to eat faster than non-obese groups. This study implies that the gender and weight status has significantly effect on chewing behavior among the diverse meal types, emphasize the importance of chewing behavior on weight-control and obesity prevention.

*Key words:* Obesity, Mastication, Behavior, BMI

주제어: 비만, 저작, 행동, BMI

## I. 서론

이전에 많은 연구들은 1) 음식 구조의 정도와 2) 점도 정도에 의해 저작 특성이 크게 영향을 받을 수 있다고 말한다(Hutchings et al., 1988; Loret et al., 2011). 수십 년 동안 다양한 유형의 식품의 저작 특성을 밝히기 위해 많은 연구가 수행되었다. 균질하지만 이질적인 식품 샘플을 사용한 샘플 간의 차이를 조사하기 위해 일부 연구가 수행되었다.

저작 기능은 영양에도 강한 영향을 미친다(Nakata et al., 1998). 저작 기능은 성별과 비만과 같은 여러 요인에 의해 크게 영향을 받는다. 일반적으로 딱딱한 음식 섭취를 피하는 경향(Tada et al., 2018; Chao et al., 2017) 과식(Ranawana et al., 2011; Aranha et al., 2008), 빠르고 충동적인 식사 습관(Ranawana et al., 2011), 부드럽고 기름진 음식을 많이 섭취하는 경향(Tada et al., 2018; Chao et al., 2017; Heshmat et al., 2011; Mahoney et al., 1975), 그리고 저작 횟수 감소(Campbell et al., 2017)와 같은 특성은 저작 기능에 영향을 미칠 수 있다.

비만인의 식습관의 경우, 음식을 충분히 씹지 않고 입안에 많은 양의 음식을 넣어 빠르게 섭취하는 경향

이 있는 것으로 보고되었다. 충분히 씹지 않고 빨리 먹으면 포만감을 느끼기 전에 과식하는 경향이 있다. 그 결과 음식을 더 많이 섭취하게 되어 비만으로 이어진다. 그럼에도 불구하고, 비만의 저작 기능에 대한 정보는 지금까지 일관성이 없었다. 일부 연구(Spiegel et al., 2000; Ruijschop et al., 2011)에서는 비만 그룹에서 저작 기능이 감소한다는 결론을 내렸지만 다른 연구(Sondang et al., 2003; Isip et al., 2022; Nakamiuchi et al., 2014)에서는 비만 그룹 간 저작 기능에 차이가 없는 것으로 나타내었다.

비만과 관련된 식습관 중에서 빠르게 먹는 것은 이전 연구의 주제였다(Sasaki et al., 2003; Otsuka et al., 2006; Otsuka et al., 2008; Maruyama et al., 2008). 연구에 따르면, 식사 속도와 현재 개인의 BMI (Sasaki et al., 2003), 20세 이후 BMI 변화(Otsuka et al., 2006), 그리고 인슐린 저항성 (Otsuka et al., 2008) 간에 연관성이 있다. 또한, 배가 부를 때까지 먹는 것과 빠르게 먹는 것이 과체중과 관련이 있으며, 두 행동의 조합이 과체중에 상당한 영향을 미칠 수 있다는 제안도 있었다(Maruyama et al., 2008). 식사 행동과 관련하여 Portion size(Burger et al., 2011), 식사 비율 (Martin et al., 2007; Scisco et al., 2011; Ekuni et al., 2011)

012; Higgs et al., 2013), 한 입 크기 (Ranawana et al., 2011) (Spiegel et al., 1993; Spiegel et al., 2000; Zijlstra et al., 2009; Ruijschop et al., 2011; Zijlstra et al., 2011; Aranha et al., 2008; Forde et al., 2013), 그리고 얼마나 많은 음식을 씹는지 (Li et al., 2011; Fukuda et al., 2013; Heshmat et al., 2011; Sonoki et al., 2013)와 같은 식습관에 대해서는 비만인이 더 큰 크기의 음식을 먹으며 (Mahoney et al., 1975), 음식을 많이 씹지 않아 구강 내 노출 시간이 짧아져 포만감이 감소하여 (Campbell et al., 2017) 과도한 에너지 섭취가 발생하는 것으로 나타났다(Zijlstra et al., 2009; Ruijschop et al., 2011; Zijlstra et al., 2011). 음식의 한입 크기를 줄이고 잘 씹는 것이 포만감을 증가시키는 방법으로 제안되었다(Ruijschop et al., 2011; Forde et al., 2013). 그러나 한입 크기 (Sondang et al., 2003)와 씹는 횟수의 상대적인 관계는 아직 명확하지 않다. 우리는 작은 한입 크기(Isip et al., 2022)가 씹는 횟수를 개인 간뿐만 아니라 개인 내에서도 증가시킬 수 있다는 가설을 세웠다.

정신 생리학적 상태는 각각 음식 섭취를 억제하거나 유도한다고 말한다(Allirot et al., 2014). 음식 섭취 조절 메커니즘에 따라, 충분한 시간과 천천히 먹는 저작 방법은 식욕을 억제하고 포만감을 증가시키는데 영향을 미쳐, 결과적으로 음식 섭취량 감소에 영향을 미친다(Argyropoulou et al., 2020). 충분한 시간과 천천히 먹는 저작 훈련을 통해 음식 섭취를 조절하는 것은 일상 식사에서 포만감과 만족감을 느끼며 식습관을 바꾸고 체중을 감량하는 가장 근본적이고 효율적인 방법으로 간주된다. 위의 연구에서 알 수 있듯이 저작은 식욕을 조절하고 포만감을 정상화하는 데 중요한 생리적 기능을 담당하며 음식 섭취량 조절에 탁월한 효과를 보일 수 있다. 그러나 국내에서는 비만 예방 및 개선을 위한 식단과 관련된 저작에 대한 연구가 아직 발표되지 않았다.

Portion size는 식사나 간식에서 한 번에 제공되는 단일 식품의 양을 의미한다(Livingstone et al., 2014). 즉, portion size는 일반적으로 식당에서 사람에게 제공되는 양이나 식품 포장에 제공되는 양을 말한다. 또한 먹기 위해 그릇에 넣는 양으로도 정의할 수 있다. 미국에서 portion size 또는 포장당 양은 꾸준히 증가하고 있으며(Benton et al., 2015), 이는 비만 인구 증가에 영향을 미치는 주요 요인 중 하나로 보고되고 있다(Malik et al., 2013).

수십 년 동안, 균질하고 이질적인 질감을 가진 다양

한 음식에 대해 저작 특성에 대한 많은 보고가 이루어졌지만, meal type에 대해서는 아무런 결과가 없으며 본 연구에서는 대표적인 간편식으로 잘 알려진 비빔밥, 햄버거 등 다양한 식사 유형을 모델 샘플로 선정하여 각 샘플을 자유롭게 먹거나 완전 저작하는 동안에 수집된 저작 특성에 대한 정보를 수집하였다. 한 논문에서, 비빔밥 1인 분량으로부터 얻을 수 있는 총 에너지 섭취량이 비빔밥 한 그릇 기준 약 638 kcal이다. 또한, 분석 식품표에 의한 비빔밥 한 그릇당 성분함량은 레티놀 및 베타카로틴의 사용량이 매우 규칙적이며, 식이섬유, 비타민 B<sub>1</sub>, B<sub>12</sub> 및 엽산의 정도로만 공급함으로써 건강증진 효과가 있을 수 있다고 보고되었다(박정은 & 차연수, 2024). 이 연구를 통해 빠른 섭취 습관을 개선하고 저작 횟수를 증가시킴으로써 비만을 예방할 수 있는 방안을 모색하고자 하였다. 더불어, 성별과 체중이 저작 특성에 미치는 영향을 조사하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험 설계

서울 한양대학교 캠퍼스와 한양여자대학교 캠퍼스에서 온라인 광고, 포스터, 개인 커뮤니케이션을 통해 41명의 대상자를 모집하였다. 대상자는 non-obese male (NM), obese male (OM), non-obese female (NF), obese female (OF)의 네 그룹으로 분류했다. 이 실험은 체내 기기에서 직접 보고한 키와 체중을 기준으로 진행되었으며, BMI는 '체중(kg)을 제곱 키(m)로 나눈 값'으로 계산되었다(Bener et al., 2013). 여러 논문에서 BMI 23 이상은 과체중으로 간주되었다(Weir et al., 2019; Okorodudu et al., 2010). 따라서 본 연구에서는 이 기준에 해당하는 사람들을 비만 그룹으로 분류했다. 비만 대상자는 21명(남성: 11, 여성: 10)과 정상 체중 범위 내 속한 대상자는 20명(남성: 10, 여성: 10)으로, 모두 19~29세 사이로 이 연구에 참여했다. BMI 지수가 23 이상인 경우 '비만 군'으로 분류했으며, BMI 지수가 23 미만인 경우 '비비만 군'으로 분류했다. NM의 평균 연령은 23.30세, BMI 지수는 21.95였고, OM의 평균 연령은 23.27세, BMI 지수는 26.18이었다. NF의 평균 연령은 21.20세, BMI 지수는 20.26이었으며, OF의 평균 연령은 21.10세, BMI 지수는 27.81이었다. 비흡연자, 기능성 건강식품을 포함한 특정 약물을 복용하지 않고, 교정기를 착용하지 않는 사람을 피험자로 선정했다. 연구를 시작하기 전 모든 참가자로부터

터 서면 동의를 받았으며, 연구 프로토콜은 윤리위원회 승인을 받았다.

## 2. 샘플 준비

### 1) 햄버거 식단

각 햄버거 식단은 불고기 햄버거 1개(160g)의 일부로 구성되었다. 불고기 햄버거 준비를 위해 햄버거 빵(Shany co., Korea), 불고기버거 패티(Back-sul Co., Ltd, Korea), 불고기버거 소스(Ottogi, Korea), 양상추(E-Mart, Korea), 마요네즈(Ottogi, Korea)를 지역시장에서 구입하였다. 햄버거 준비 과정은 다음과 같았다: 간단히 말해 양상추를 세척하고 손질한 후 마요네즈 10 g 과 섞었다. 해동된 패티는 1분 30초 동안 팬에 구운 후 사용할 때까지 보온 용기에 보관하였다. 햄버거 빵 한 면을 기름 없이 팬에 완전히 구운 후 햄버거 소스 5g을 발랐다. 그 위에 패티를 올리고, 5단계에서 준비한 남은 소스(14 mL)를 발랐다. 2단계에서 준비한 상추를 넣고, 빵의 윗면에 마요네즈 5 mL를 바른 후 햄버거 위에 올렸다. 저작 테스트를 위해 불고기버거(160 g)를 접시에 담아 대상자에게 제공하였다.

### 2) 비빔밥 식단

비빔밥은 밥과 여러 종류의 나물(각종 양념 채소)에 고추장, 참기름을 넣어 비벼 먹는 한국의 일품요리 중 하나이며, 맛과 영양이 우수한 균형 음식이다. 또한 우리 전통식품 중 외국인의 인지도가 높은 식품 중 하나이기도 하다. (오석홍 et al., 2013) 이에 최근 비빔밥은 다양한 채소가 들어간 건강식품으로 인기를 끌다가 대표적인 즉석식품으로 상용화되고 있다. 비빔밥 준비를 위해 취나물, 당근, 달걀, 콩나물, 표고버섯 등 비빔밥용 나물 5종을 선정하였다: 간단히 말해, 표준 레시피를 정하기 위해 2장의 문서를 참고하고, 비빔밥 3종을 편의점(Seven Eleven, GS25, E-Mart)에서 구입한 후 실험 조리를 거쳐 최종 레시피를 결정했다. 아래 비빔밥 샘플의 재료는 이마트와 홈플러스에서 햇반(CJ, Korea), 취나물(Home-Plus, Korea), 당근(E-mart, Korea), 달걀(E-mart, Korea), 표고버섯(Hanbyol, Korea), 콩나물(E-mart, Korea), 고추장(Haechandle, Korea), 다진 소고기(E-mart, , Korea), 다진 마늘(Gana, Korea), 파(E-mart, Korea), 참기름(Ottogi, Korea), 식용유(E-mart, Korea), 소금(1001salt, Korea), 설탕(TS Corporation), Korea, 간장(Chungjungone, Korea), 알코올(E-mart, Korea), 후추(Ottogi, Korea) 등

구입했다.

비빔밥 만드는 방법은 첫째, 가공된 쌀 한 팩, 햇반(198g)을 전자레인지에 2분간 넣는다. 둘째, 콩나물(35g)을 준비하여 씻은 다음 냄비에 넣고 김이 나기 시작하면 5분 후 꺼내어 물기를 제거하고, 소스 1(다진 마늘 0.5 g, 다진 파 0.5 g, 소금 0.4 g, 참기름 0.5 mL)을 넣고 완전히 섞는다. 셋째, 취나물(20 g)을 씻어서 데친(소금 0.5 g, 5분) 후 4 cm 크기로 잘라 찬물로 헹구고 물기를 뺀다. 취나물에 소스 2(다진 파 0.3 g, 다진 마늘 1 g, 참기름 0.5 mL, 참깨 0.5 g)를 넣고 중간 불에 기름 1.5 g을 넣고 4분간 볶는다. 넷째, 생당근을 씻고 껍질을 벗긴 뒤, Julienne (0.3\*4\*0.3 cm<sup>3</sup>)으로 썰어준 다음 소스 3(소금 0.3 g, 참기름 0.5 mL, 다진 마늘 0.5 g)을 넣고 중간 불에 기름 1.5 g과 함께 3분간 볶아준다. 다섯째, 표고버섯은 찬물에 2시간 동안 담가둔 후 줄기를 잘라 2 mm 두께로 자른 뒤, 소스 4(간장 0.8 mL, 다진 마늘 0.2 g, 참기름 0.5 mL, 참깨 0.3 g, 설탕 0.2 g)를 넣고 중간 불에 기름 1.5 g과 함께 3분간 볶는다. 여섯째, 달걀(25 g)을 깨서 흰자와 달걀 노른자를 섞은 다음 약한 불에서 기름 2 g을 후라이팬에 두르고 얇게 부쳐 Julienne (0.2\*4\*0.2cm<sup>3</sup>)으로 썰어준다. 일곱째, 다진 소고기(10 g), 소스 5(간장 0.5 mL, 다진 마늘 0.2 g, 참기름 0.5 mL, 참깨 0.3 g, 설탕 0.2 g)을 넣고 골고루 양념이 배도록 치댄다. 중간 불에서 3분간 볶는다. 재료를 2, 3, 4, 5, 6의 순서로 그릇에 담고, 가운데에 고추장(10 mL)과 다진 소고기(10 g)를 올린 후 참기름(2 mL)을 뿌린다.

비빔밥 한 그릇(340 g)을 통째로 제공했고, 모든 샘플을 젓가락으로 약 2분간 섞었다.

## 3. 화학적 성분 분석

각 샘플의 성분과 저작 특성을 밝히기 위해 조수분 함량, 지방, 조단백질, 회분, 탄수화물 및 식이섬유 등 화학적 조성 분석을 수행하였다. 실험은 한국식품규격 Codex(2011)에 따라 진행되었다.

수분은 상압가열건조법에 의하여 측정하였으며 지방은 에테르 추출법에 의하여 측정하였다. 단백질은 kjeldahl법으로 측정하였으며 회분은 회분 측정법으로 분석하였다. 식이섬유는 총 식이섬유 측정법으로 측정하였으며 탄수화물과 에너지는 계산법으로 측정하였다. 각 실험은 3회 반복하여 얻은 평균값으로 나타내었다.

## 4. 저작 테스트

참가자들은 실험을 시작하기 전 3시간 동안 물 외에는 아무것도 섭취하지 않은 상태로 실험실에 도착한 후, 동의서에 서명하고 안내서를 읽었다.

이전 연구(제출된 자료)를 바탕으로 참가자들은 질문의 시각적 아날로그 척도로 배고픔의 정도를 표시하도록 지시받았다. 이후 제공된 샘플을 한입에 삼킬 수 있는 양만큼 섭취하였으며, 여러 번의 실험을 위해 샘플을 삼키지 않도록 지시하였다. 실험은 'free-chewed'와 'mean-chewed'로 구성되었다. free-chewed 테스트에서는 참가자들이 샘플을 자유롭게 씹으며 여러 번수를 스스로 보고하였고, mean-chewed 테스트에서는 free-chewed에서 나타난 평균 저작 횟수만큼 씹도록 요청하였다. Full-chewed 테스트에서는 평균 저작 횟수의 두 배로 저작 하도록 요구하였다. 본 연구에서는 볶음밥을 Usual/Double chewing로 씹었을 때 섭취량 차이를 조사했다(Argyarakopoulou et al., 2020). 각 테스트는 샘플 유형에 따라 분류되었으며, 샘플은 햄버거 식단과 비빔밥이었다. 총 6번의 실험이 수행되었다.

참가자들이 샘플을 씹는 동안, chewing times은 한입 씹는 시간을 불리며 타이머로 기록되었고, 동시에 chewing number는 한입 씹는 횟수를 열거하였다. 한입 씹는 시간과 횟수는 참가자가 제공된 샘플의 양을 다 먹을 때까지 매번 기록하였다. 또한, 참가자들은 일부를 섭취한 후 VAS를 사용하여 포만감 정도를 확인하였다. 자가 보고 참가자들은 총 식사 시간을 측정하기 위해 실험의 시작 시간과 종료 시간을 기록하도록 요청하였다.

음료는 대상자의 포만감에 영향을 미칠 수 있기 때문에 테스트 중 제공되지 않았다. 각 샘플의 portion 양이 다르기 때문에 이를 100 g으로 변환하여 분석하여 사용하였다.

$$\frac{\text{Variable}}{\text{a portion of sample}(g)} = \frac{X}{100g} \quad (1)$$

## 5. 통계 분석

이 연구 결과로부터 평균값과 표준편차는 SPSS (Statistical Package for the Social Sciences 18.0)를 사용하여 얻었다. 남성/여성 그룹과 비만/정상 체중 그

룹 간의 총 식사 시간, 포만감 변화율의 차이를 독립 t-test를 사용하여 조사하여 유의성을 검증하였다. 샘플 유형 간의 저작 특성 및 화학 조성 분석의 유의성은 one-way ANOVA(Analysis of variance)를 사용하여 테스트한 다음 Duncan의 다중 범위 검정을 수행하여 각 샘플 간의 유의한 차이를  $p < 0.05$  수준에서 테스트하였다. 샘플 유형 간 비교, 성별 및 샘플 유형과 성별 간의 상호 관계 비교를 조사하기 위해 two-way ANOVA(Analysis of variance)를 수행하였으며, 각 샘플 간의 유의미한 차이를 검정하기 위해 유의수준  $p < 0.05$ 에서 Duncan의 다중 범위 검정을 실시했다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 화학적 조성

햄버거와 비빔밥의 100 g당 일반 성분 분석 및 열량 비교 결과는 유의적인 차이가 있었다( $p < 0.01$ ). 수분은 햄버거(47.01 g)보다 비빔밥(64.73 g)이 높았으며 비빔밥의 나물(Namul)에 수분을 많이 함유하고 있어 이와 같은 결과를 나타낸 것으로 사료된다. Soxhlet 법 (Thiex et al., 2003)으로 분석한 지방 함량은 햄버거(13.2 g)가 비빔밥(3.90 g)보다 높았는데, 그 이유로는 기름에 튀긴 쇠고기 패티(beef patty) 때문인 것으로 보인다(Kim, 2017). Kjeldahl 법 (Hwang et al., 2020)으로 평가한 조단백질 함량은 햄버거(8.22 g)가 비빔밥(4.74 g)보다 높았으며 회분은 각종 채소가 들어있는 비빔밥(4.74 g)이 햄버거(1.71 g)보다 많이 들어있었다. 탄수화물은 비빔밥(25.67 g)보다 햄버거(29.85 g)가 높았으며, 식이섬유는 비빔밥(3.58 g)이 나물 함량이 높기 때문에 햄버거(1.54 g)보다 높았다. 에너지는 탄수화물, 지방, 단백질 함량이 높은 햄버거(271.20 kcal)가 비빔밥(156.70 kcal)보다 높은 것으로 나타났다 <Table 1>.

건식 가열법으로 분석한 수분 함량은 비빔밥과 햄버거가 각각 64.73 g, 47.01 g이었다. soxhlet 법(Thiex et al., 2003)으로 분석한 조지방 함량은 햄버거가 13.2g, 비빔밥이 3.90 g이었으며, Kjeldahl 법(Hwang et al., 2020)으로 평가한 조단백질 함량은 햄버거가 8.22 g, 비빔밥이 4.74 g이었다. 회분의 경우, 햄버거와 비빔밥이 각각 1.71 g과 0.98 g을 함유하고 있었다.

<Table 1> Analysis of chemical composition

Component	Hamburger (g)	Bibimbap (g)	t	P
Moisture	47.01±0.12 <sup>1)</sup>	64.73±0.32	-73.67	<.001
Fat	13.22±0.16	3.90±0.08	75.82	<.001
Protein	8.22±0.16	4.74±0.21	19.15	.003
Ash	1.71±0.01	0.98±0.02	40.77	<.001
Carbohydrate	29.85±0.18	25.67±0.42	12.85	.006
Dietary fiber	1.54±0.13	3.58±0.11	-16.94	.004
Energy	271.20±1.32 <sup>2)</sup>	156.70±1.58	78.9	<.001

<sup>1)</sup>Mean±SD, <sup>2)</sup>kcal

그리고 탄수화물 계산 방법을 이용하여 계산한 결과 햄버거(29.85 g)가 비빔밥(25.67 g)보다 탄수화물 함량이 높았다. 이는 햄버거 번의 밀가루 함량 때문이라고 생각한다. 예상대로 비빔밥은 나물과 함께 먹는 식사로 식이섬유가 3.58 g으로 가장 풍부했으며, 햄버거는 1.54 g이었다.

## 2. 식사 유형에 따른 저작 특성

Meal types에 따른 저작 특성 비교 결과는 <Table 2>와 같다.

Chewing number, eating rate에서 햄버거와 비빔밥의 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 햄버거(236.54 times chewing/100 g)보다 비빔밥(303.36 times chewing/100 g)을 더 많이 씹는 것으로 나타났으며, 햄버거(49.01 g/min)보다 비빔밥(38.76 g/min)을 섭취하였을 때 저작하는 속도가 오래 걸리는 것으로 나타났다. Chewing time은 햄버거(148.02 sec/100 g)보다 비빔밥(179.07 sec/100 g)을 더 오래 씹는 것으로 나타났으나 유의적이지는 않으며( $p > 0.05$ ), 이는 음식에 따라서 저작 횟수에 비례하는 것으로 생각된다.

Bite size는 햄버거(16.22 g)보다 비빔밥(17.09 g)의

크기가 조금 더 컸으나 유의적인 차이는 없었다( $p > 0.05$ ).

Chewing number에 있어서 Non-obese는 햄버거(276.08 times chewing/100 g)보다 비빔밥(337.35 times chewing/100 g)을 더 많이 씹었고 obese에서도 마찬가지로 햄버거(198.89 times chewing/100 g)보다 비빔밥(274.65 times chewing/100 g)을 더 많이 씹는 경향을 보였다. 이는 비빔밥에 다양한 나물이 들어가 있어 더 많이 씹게 되는 것으로 사료 된다.

이를 종합해 보면 전체적으로 비빔밥을 더 많이 저작하는 경향이 있으나 non-obese 그룹에서는 유의적인 차이는 없었다( $p > 0.05$ ).

반면에 obese 그룹에서는 유의적인 차이를 보였는데( $p < 0.05$ ), 다음과 같은 결과로 볼 때 obese 그룹은 햄버거보다 비빔밥을 더 많이 씹는 경향인 반면 non-obese 그룹의 횟수 차이는 미미한 것으로 보이며, non-obese 그룹은 식사나 음식에 관계없이 많이 씹는 습관을 가지고 있는 것으로 생각된다(Hidaka et al., 2023).

Table 2. Masticatory characteristics by meal type and gender

	Male		t	p	Female		t	p	Total		t	p
	Hamburger	Bibimbap			Hamburger	Bibimbap			Hamburger	Bibimbap		
Chewing number (times chewing/100g)	179.70±67.5 <sub>5</sub>	236.42±80.8 <sub>2</sub>	-2.4 <sub>7</sub>	.018	296.23±114.88	373.64±119.83	-2.0 <sub>9</sub>	.044	236.54±109.67	303.36±122.10	-2.6 <sub>1</sub>	.011
Chewing time (sec/100g)	108.60±40.0 <sub>3</sub>	133.01±38.6 <sub>0</sub>	-2.0 <sub>1</sub>	.051	189.41±70.6 <sub>3</sub>	227.44±66.91	-1.7 <sub>5</sub>	.088	148.02±69.59	179.07±71.80	-1.9 <sub>9</sub>	.050
Eating rate (g/min)	61.74±20.84	48.58±13.51	2.43	.020	35.64±12.00	28.45±7.71	2.26	.030	49.01±21.4 <sub>5</sub>	38.76±14.9 <sub>4</sub>	2.51	.014
One bite size (g)	19.22±3.31	19.18±3.86	.04	.970	13.07±3.22	14.90±3.87	-1.6 <sub>2</sub>	.112	16.22±4.48	17.09±4.39	-.89	.377

<sup>a-c)</sup> Values with different alphabets within the meal types are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

### 3. 무게 상태에 따른 저작 특성

Weight status에 따른 저작 특성 비교 결과는 <Table 3>와 같다.

<Table 3> Analysis of differences of the masticatory properties by weight

	hamburger		t	p	Bibimbap		t	p	Total		t	p
	non-obese	obese			non-obese	obese			non-obese	obese		
Chewing number (times chewing/100g)	276.08±119.18	198.89±86.67	2.38	.022	337.35±130.56	270.98±106.62	1.79	.082	306.71±127.23	234.94±102.67	2.82	.006
Chewing time (sec/100g)	169.22±75.65	127.83±58.07	1.97	.056	198.18±74.61	160.88±65.65	1.70	.097	183.70±75.60	144.35±63.46	2.56	.012
Eating rate (g/min)	41.83±16.94	55.85±23.38	-2.19	.035	34.01±11.15	43.28±16.86	-2.09	.044	37.92±14.70	49.57±21.11	-2.91	.005
One bite size (g)	16.11±5.61	16.32±3.21	-.15	.883	17.99±4.22	16.23±4.47	1.30	.202	17.05±4.99	16.27±3.85	.79	.432

Chewing number, chewing time의 non-obese와 obese의 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). Obese(234.94 times chewing/100 g)보다 non-obese(306.71 times chewing/100 g)이 더 많이 씹은 것으로 나타났으며, obese(144.35 sec/100 g)보다 non-obese(183.70 sec/100 g)가 chewing number에 비례하여 더 오래 씹는 것으로 나타났다. Eating rate는 그룹 간에 차이가 있었으며( $p < 0.05$ ), obese(49.57 g/min)가 non-obese(37.92 g/min)보다 빠르게 섭취하는 것으로 나타났다. 이를 종합해 보면 음식을 섭취할 때 obese 그룹은 non-obese에 비해 덜 씹고 빨리 섭취하는 것을 알 수 있었다(Spiegel et al., 2000). 추후 좀 더 다양한 음식을 통한 비교가 필요할 것으로 사료된다.

특히 weight status에 따른 비교에 있어서 male이 female에 비해 차이가 있는 것으로 나타났으며( $p < 0.05$ ), male은 모든 저작 특성 비교에서 non-obese와 obese와의 차이를 나타냈다. 이러한 결과를 통해 보면 (Male) non-obese가 obese에 비해 bite size를 크게 하여 많이 씹고 오래 저작하며 천천히 먹는 것으로 보인다(Spiegel et al., 1993). 반면에 female은 non-obese와 obese 그룹에 따른 저작 특성에 차이가 없는 것으로 사료된다. 이에 비만인 사람은 오래 저작하며 천천히 먹는 것이 좋을 것으로 예상된다.

### 4. 성별에 따른 저작 특성

Gender에 따른 Masticatory properties 비교 결과는 <Table 4>와 같다. 저작 특성 비교에 있어서 gender에 따라 모두 유의적인 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). Chewing number, chewing time의 male과 female 간에

유의적인 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). Male(208.06 times chewing/100 g)보다 female(334.93 times chewing/100 g)이 더 많이 씹은 것으로 나타났으며, male(120.81 sec/100 g)보다 female(208.42 sec/100 g)이 chewing number에 비하여 더 오래 씹는 것으로 분석되었다. 이는 여성이 남성보다 더 작은 입으로 먹고 씹는 힘이 약해 철저히 씹는 경향이 있다고 보고하였다.(Park et al., 2015).

Eating rate, bite size의 경우에도 유의적인 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). male(55.16 g/min)보다 female(32.05 g/min)이 느리게 섭취하는 것으로 나타났으며, male(19.20 g)보다 female(13.98 g)의 한입 크기가 더 작다(Hill et al., 1984).

<Table 4> Analysis of differences of the masticatory properties by gender

	non-obese		t	p	obese		t	p	Total		t	p
	Male	Female			Male	Female			Male	Female		
Total												
Chewing number (times chewing/100 g)	243.15±87.07	370.27±130.91	-3.62	.001	176.16±55.47	299.59±104.61	-4.71	<.001	208.06±78.97	334.93±122.32	-5.55	<.001
Chewing time (sec/100g)	140.80±44.10	226.59±76.89	-4.33	<.001	102.63±27.51	190.25±60.17	-5.97	<.001	120.81±40.76	208.42±70.58	-6.84	<.001
Eating rate (g/min)	46.47±14.26	29.36±9.28	4.50	<.001	63.06±18.79	34.73±11.38	5.97	<.001	55.16±18.58	32.05±10.60	6.96	<.001
One bite size (g)	20.49±2.87	13.61±4.23	6.02	<.001	18.02±3.76	14.35±2.98	3.48	.001	19.20±3.55	13.98±3.63	6.57	<.001
Hamburger												
Chewing number (times chewing/100 g)	214.84±77.77	337.31±124.92	-2.63	.017	147.75±36.39	255.15±92.23	-3.45	.005	179.70±67.55	296.23±114.88	-3.93	<.001
Chewing time (sec/100g)	127.25±45.48	211.19±78.09	-2.94	.011	91.65±26.07	167.63±58.12	-3.93	.001	108.60±40.03	189.41±70.63	-4.48	<.001
Eating rate (g/min)	51.92±16.54	31.74±10.30	3.27	.004	70.68±20.92	39.55±12.81	4.06	.001	61.74±20.84	35.64±12.00	4.94	<.001
One bite size (g)	20.54±3.11	11.68±3.61	5.88	<.001	18.01±3.14	14.46±2.14	3.00	.007	19.22±3.31	13.07±3.22	6.02	<.001
Bibimbap												
Chewing number (times chewing/100 g)	271.46±90.42	403.24±134.76	-2.57	.019	204.57±57.98	360.30±92.24	-4.61	<.001	236.42±80.82	382.90±115.53	-4.68	<.001
Chewing time (sec/100 g)	154.35±40.36	242.00±76.51	-3.20	.007	113.61±25.39	212.88±55.92	-5.33	<.001	133.01±38.60	227.44±66.91	-5.50	<.001
Eating rate (g/min)	41.03±9.47	26.99±7.95	3.59	.002	55.44±13.25	29.19±7.67	5.25	<.001	48.58±13.51	28.03±7.68	5.83	<.001
One bite size (g)	20.44±2.77	15.54±4.06	3.15	.006	18.02±4.45	13.47±3.02	2.61	.018	19.18±3.86	14.56±3.67	3.87	<.001

<Table 5>. Comparison of masticatory characteristics based on meal types, weight status, and gender.

	non-obese male	obese male	non-obese female	obese female	F	p
Hamburger						
Chewing number (times chewing/100 g)	214.84±77.77 <sup>bc</sup>	147.75±36.39 <sup>c</sup>	337.31±124.92 <sup>a</sup>	255.15±92.23 <sup>b</sup>	8.51	<.001
Chewing time (sec/100 g)	127.25±45.48 <sup>bc</sup>	91.65±26.07 <sup>c</sup>	211.19±78.09 <sup>a</sup>	167.63±58.12 <sup>b</sup>	9.25	<.001
Eating rate (g/min)	51.92±16.54 <sup>b</sup>	70.68±20.92 <sup>a</sup>	31.74±10.30 <sup>c</sup>	39.55±12.81 <sup>bc</sup>	12.14	<.001
One bite size (g)	20.54±3.11 <sup>a</sup>	18.01±3.14 <sup>a</sup>	11.68±3.61 <sup>c</sup>	14.46±2.14 <sup>b</sup>	16.45	<.001
Bibimbap						
Chewing number (times chewing/100 g)	271.46±90.42 <sup>bc</sup>	204.57±57.98 <sup>c</sup>	403.24±134.76 <sup>a</sup>	360.30±92.24 <sup>ab</sup>	7.96	<.001
Chewing time (sec/100 g)	154.35±40.36 <sup>b</sup>	113.61±25.39 <sup>b</sup>	242.00±76.51 <sup>a</sup>	212.88±55.92 <sup>a</sup>	12.62	<.001
Eating rate (g/min)	41.03±9.47 <sup>b</sup>	55.44±13.25 <sup>a</sup>	26.99±7.95 <sup>c</sup>	29.19±7.67 <sup>c</sup>	17.85	<.001
One bite size (g)	20.44±2.77 <sup>±a</sup>	18.02±4.45 <sup>ab</sup>	15.54±4.06 <sup>bc</sup>	13.47±3.02 <sup>c</sup>	5.15	0.004

### 5. 식사 유형, 체중 상태 및 성별에 따른 저작 특성 비교

Meal types별 weight status와 gender에 따른 저작 특성 비교는 모두 유의적인 차이가 있었으며 <Table 5>와 같다( $p < 0.01$ ).

Hamburger를 섭취할 때 Chewing number는 Non-obese female(337.31 times chewing/100 g)이 씹는 횟수가 가장 많은 것으로 나타났고 그 다음으로는 obese female(255.15 times chewing/100 g)인 것으로 나타났다.

obese male(147.75 times chewing/100 g)은 가장 씹는 횟수가 적었다. 전체적으로 보았을 때 Male은 female보다 chewing number가 적은 것으로 보여진다. 이와 같은 결과는 chewing time에서도 같은 경향성을 보이는데 non-obese female(211.19 sec/100 g)이 가장 오래 천천히 씹었으며 그 다음으로는 obese female(167.63 sec/100 g)인 것으로 나타났다.

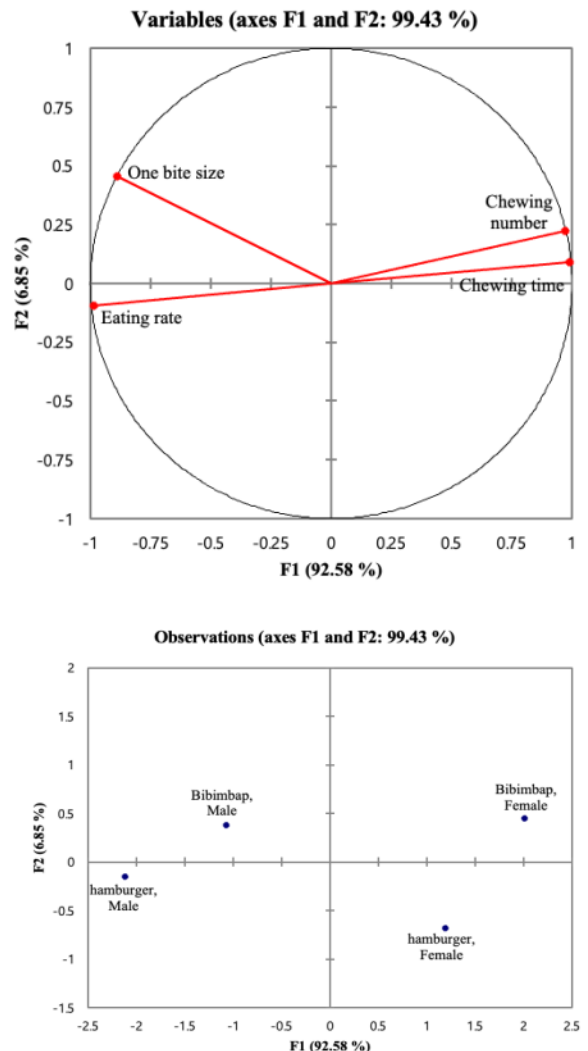
obese male (91.65 sec/100 g)은 가장 빨리 먹는 것으로 나타났다. Bibimbap의 경우에는 female의 chewing time은 weight status에 따라 유의적인 차이가 없었으며, non-obese female(242.00 sec/100 g)이 가장 천천히 섭취하였고 그 다음으로는 obese-female(212.88 sec/100 g)이었다(Park et al., 2015). Male의 경우에도 마찬가지로 weight status에 따라 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, non-obese male(154.35sec/100g)이 obese male(113.61 sec/100 g)보다 천천히 섭취하는 것으로 나타났다. Eating rate는 obese male(5.544 g/min)이 씹는 속도가 가장 빠른 것으로 나타났으며 그 다음으로는 non-obese male(41.03g/min)인 것으로 나타났다(Coyle et al., 1989). 반면 female은 male보다 씹는 속도가 느린 것으로 분류되었는데 유의적인 차이는 없었지만, 씹는 속도가 비만과 연관이 있는 것으로 보여지고 있다.

### 6. 성별과 식사 유형 간의 저작 특성을 기반으로 한 주성분 분석 결과

Meal types과 gender에 따른 저작 특성을 시각적으로 제시하기 위해 주성분 분석을 실시한 결과 제 1 주성분과 2 주성분이 총 분산의 약 99.43%의 높은 설명력을 갖는 것으로 분석되었다 <Figure 1-a, b>.

총 분산 중 92.58%를 설명한 제 1 주성분은 양의 방향으로 chewing number, chewing time이 감지되었고 bibimbap-female이 이러한 특성에 강한 것으로

분석되었고 그 다음으로는 hamburger-female이 이러한 특성을 관련이 있는 것으로 분석되었다. 또한 음의 방향으로 eating rate가 감지되었고 hamburger-male이 이러한 저작과 관련이 있었다. 제 2 주성분은 6.85%의 설명력을 갖고 양의 방향으로 부하 할수록 bite size, chewing number, chewing time 감지되었고 이중 one bite size가 강하게 부하 되었다. 또한, one bite size의 경우, Bibimbap-male이 이러한 특성과 관련이 있는 것으로 분석되었다. 전체적으로 male은 음식과 관계없이 eating rate, bite size와 같은 저작 특성과 관련이 있는 반면에 female은 chewing number, chewing time과 같은 저작 특성과 관련이 있는 것으로 분석되었다.



<Figure 1-a, b> Principal Component Analysis results based on masticatory characteristics between gender and meal types

### 7. 체중 상태와 식사 유형 간의 저작 특성을 기반으로 한 주성분 분석 결과

Meal types과 weight status에 따른 저작 특성을 시각적으로 제시하기 위해 주성분 분석을 실시한 결과 제 1 주성분과 2 주성분이 총 분산의 약 99.27%의 높은 설명력을 갖는 것으로 분석되었다 <Figure 2-a, b>.

총 분산 중 87.44%를 설명한 제 1 주성분은 양의 방향으로 chewing number, chewing time이 감지 되어 non-obese female이 이러한 특성에 강한 것으로 분석되었고 그 다음으로는 non-obese female이 이러한 특성에 관련이 있는 것으로 분석되었다. 또한 음의 방향으로 eating rate가 감지되었고 obese male이 이러한 저작과 관련이 있었다(Isabel et al., 2015).

제 2 주성분은 11.83%의 설명력을 갖고 양의 방향으로 부하할수록 bite size, chewing number, chewing time 감지되었고 이중 bite size가 강하게 부하되었다 (Bradbury et al., 1996). 또한, bite size의 경우, non-obese male이 이러한 특성과 관련이 있는 것으로 분석되었다. 전체적으로 male은 음식과 관계없이 eating rate, bite size와 같은 저작 특성과 관련이 있는 반면에 female은 chewing number, chewing time과 같은 저작 특성과 관련이 있는 것으로 분석되었다.

전체적으로 두 figure를 비교해 보았을 때 서구의 대표적인 패스트푸드인 햄버거는 남성과 여성 비만군의 특성과 비슷한 특성을 보였으며, 간편하게 다른 음식 없이 먹을 수 있는 한국의 전통 음식인 비빔밥은 정상군 남성 및 여성과 유사한 특성을 보이는 것으로 나타났다.

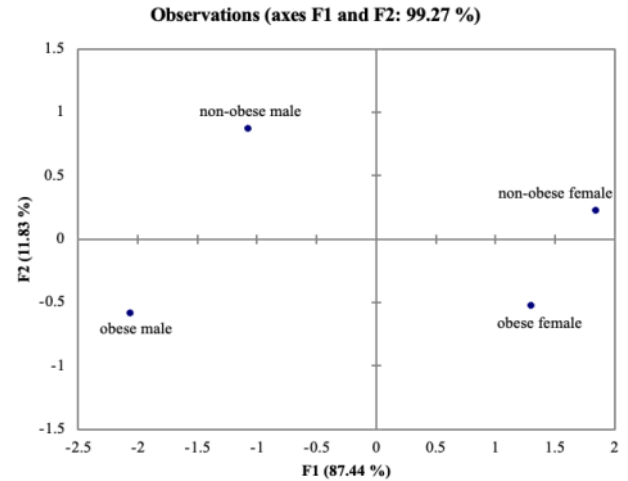
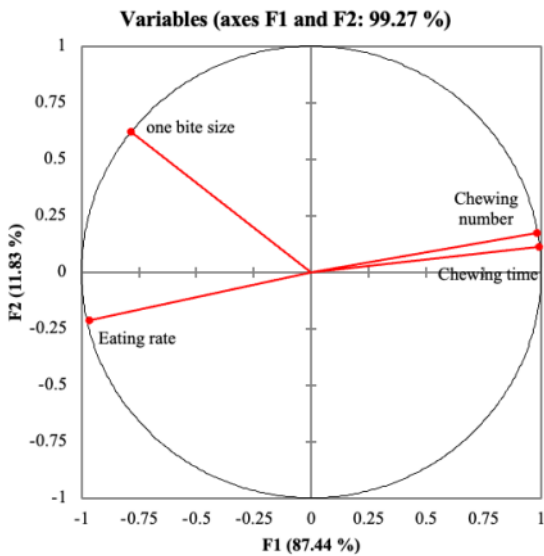


Figure 2-a, b. Principal Component Analysis results based on masticatory characteristics between weight status and meal types

#### IV 결론

비빔밥은 맛과 영양이 우수한 균형 잡힌 음식으로, 우리 전통식품 중 외국인의 인지도가 높은 일품요리 중 하나이다. 이에 반해 햄버거는 간편하고 빠르게 섭취할 수 있는 서구식 음식으로 현대인의 식습관을 대변하는 상징적인 음식으로 자리 잡고 있다. 본 연구에서는 이러한 두 가지 대표적인 식사유형을 성별과 체중 상태가 저작 특성에 미치는 영향을 분석하였다. 결과적으로, 비빔밥을 섭취할 때 저작 횟수와 시간이 햄버거보다 더 길었으며, 비빔밥의 경우에는 non-obese 여성이 가장 천천히 섭취하였고, 그 다음으로는 obese 여성이었다. 성별에 따른 분석에서는 남성이 여성보다 한입 크기가 크고, 저작 횟수와 시간이 적은 반면, 여성은 더 많이 씹고 더 오랜 시간 씹는 경향을 보였다. 또한, 비만군은 정상 체중군에 비해 빠른 속도로 음식을 섭취하는 경향이 있었으며, 이는 저작과 섭취 속도에서 유의미한 차이를 보였다. 이 연구는 성별과 체중 상태가 식사 유형에 따라 저작 및 섭취 속도에 중요한 영향을 미친다는 점을 시사하며, 식습관 개선과 관련된 새로운 통찰을 제공한다. 특히, 비만군의 경우 빠른 섭취 습관이 과식으로 이어질 가능성이 높아 체중 관리에 부정적인 영향을 미칠 수 있음을 확인하였다. 따라서, 저작 횟수와 섭취 속도를 조절하는 것이 체중 관리와 비만 예방에 중요한 요소가 될 수 있음을 강조한다. 결론적으로, 본 연구는 성별과 체중 상태를 고려한 맞춤형 식사 전략의 가능성을 열어준다. 이를 통해 저작 습관을 개선하고 섭취 속도를 조절함으로써, 개인의 체중 관리뿐만 아니라 전반적인 건강



## References

Allirot, X., Saulais, L., Disse, E., Nazare, J. A., Caza l, C., & Laville, M. (2014). Integrating behavioral m easurements in physiological approaches of satiety. *Food Quality and Preference*, 31, 181-189.

Aranha, A. C., Eduardo, C. D. P., & Cordás, T. A. (2008). Eating disorders. Part I: Psychiatric diagnosi s and dental implications. *J Contemp Dent Pract*, 9 (6), 73-81.

Argyropoulou, G., Simati, S., Dimitriadis, G., & K okkinos, A. (2020). How important is eating rate in the physiological response to food intake, control of body weight, and glycemia?. *Nutrients*, 12(6), 1734.

Bener, A., Yousafzai, M. T., Darwish, S., Al-Hama q, A. O., Nasralla, E. A., & Abdul-Ghani, M. (201 3). Obesity index that better predict metabolic syndr ome: body mass index, waist circumference, waist h ip ratio, or waist height ratio. *Journal of obesity*, 20 13(1), 269038.

Benton, D. (2015). Portion size: what we know and what we need to know. *Critical reviews in food scie nce and nutrition*, 55(7), 988-1004.

Burger, K. S., Fisher, J. O., & Johnson, S. L. (201 1). Mechanisms behind the portion size effect: visibi lity and bite size. *Obesity*, 19(3), 546-551.

Bradbury, J. W., Vehrencamp, S. L., Clifton, K. E., & Clifton, L. M. (1996). The relationship between bi te rate and local forage abundance in wild Thomson 's gazelles. *Ecology*, 77(7), 2237-2255.

Campbell, C. L., Wagoner, T. B., & Foegeding, E. A. (2017). Designing foods for satiety: The roles of food structure and oral processing in satiation and satiety. *Food Structure*, 13, 1-12.

Chao, A. M., Loughhead, J., Bakizada, Z. M., Hopkin s, C. M., Geliebter, A., Gur, R. C., & Wadden, T. A. (2017). Sex/gender differences in neural correlate s of food stimuli: a systematic review of functional neuroimaging studies. *Obesity Reviews*, 18(6), 687-6 99.

Coyle, J. A. (1989). The effects of weight, gender a nd social situation on eating behaviour.

Ekuni, D., Furuta, M., Takeuchi, N., Tomofuji, T., & Morita, M. (2012). Self-reports of eating quickly are related to a decreased number of chews until fi rst swallow, total number of chews, and total durati on of chewing in young people. *Archives of oral biol ogy*, 57(7), 981-986.

Ekuni, D., Furuta, M., Tomofuji, T., Irie, K., Azuma, T., Iwasaki, Y., & Morita, M. (2013). Effects of eati ng behaviors on being overweight in japanese unive rsity students: a cross-sectional survey at the Okay ama University. *Asia Pacific Journal of Public Healt h*, 25(4), 326-334.

Forde, C. G., Van Kuijk, N., Thaler, T., De Graaf, C., & Martin, N. (2013). Oral processing characteris tics of solid savoury meal components, and relations hip with food composition, sensory attributes and e xpected satiation. *Appetite*, 60, 208-219.

Forde, C. G., Bolhuis, D., Thaler, T., De Graaf, C., & Martin, N. (2013). Influence of meal texture on e ating rate and food intake. Results from three ad-li bitum trials. *Appetite*, 71, 474.

Fukuda, H., Saito, T., Mizuta, M., Moromugi, S., Ish imatsu, T., Nishikado, S., ... & Konomi, Y. (2013). C hewing number is related to incremental increases i n body weight from 20 years of age in Japanese mi ddle-aged adults. *Gerodontology*, 30(3), 214-219.

Heshmat, S. (2011). Eating behavior and obesity: Be havioral economics strategies for health professional s. springer publishing company.

- Hidaka, N., Kurose, S., Takao, N., Miyauchi, T., Nakajima, S., Yoshiuchi, S., ... & Kimura, Y. (2023). Effect of mastication evaluation and intervention on body composition and biochemical indices in female patients with obesity: a randomized controlled trial. *BMJ Endocrine Disorders*, *23*(1), 134.
- Higgs, S., & Jones, A. (2013). Prolonged chewing at lunch decreases later snack intake. *Appetite*, *62*, 91-95.
- Hill, S. W., & McCutcheon, N. B. (1984). Contributions of obesity, gender, hunger, food preference, and body size to bite size, bite speed, and rate of eating. *Appetite*, *5*(2), 73-83.
- Hutchings, J. B., & Lillford, P. J. (1988). The perception of food texture—the philosophy of the breakdown path. *Journal of texture studies*, *19*(2), 103-115.
- Hwang, S. H., Koo, M., Jo, S., & Cho, Y. S. (2020). A comparison study of crude protein contents obtained utilizing the Kjeldahl method and Dumas combustion method in foods. *Analytical Science and Technology*, *33*(3), 143-150.
- Isip, J. E., Jones, M. E., & Cooper, N. (2022). Clade-wide variation in bite-force performance is determined primarily by size, not ecology. *Proceedings of the Royal Society B*, *289*(169), 2021249.
- Isabel, C. A. C., Moysés, M. R., van der Bilt, A., Gamaireiro, G. H., Ribeiro, J. C. R., & Pereira, L. J. (2015). The relationship between masticatory and swallowing behaviors and body weight. *Physiology & Behavior*, *151*, 314-319.
- Kim, H. (2017). Effect of Spinach on the quality of beef hamburger patties. *The Korean Journal of Community Living Science*, *28*(3), 403-413.
- Korean Food Standards Codex (2011), <https://mfds.go.kr/index.do>
- Li, J., Zhang, N., Hu, L., Li, Z., Li, R., Li, C., & Wang, S. (2011). Improvement in chewing activity reduces energy intake in one meal and modulates plasma gut hormone concentrations in obese and lean young Chinese men. *The American journal of clinical nutrition*, *94*(3), 709-716.
- Livingstone, M. B. E., & Pourshahidi, L. K. (2014). Portion size and obesity. *Advances in nutrition*, *5*(6), 829-834.
- Loret, C., Walter, M., Pineau, N., Peyron, M. A., Hartmann, C., & Martin, N. (2011). Physical and related sensory properties of a swallowable bolus. *Physiology & Behavior*, *104*(5), 855-864.
- Mahoney, M. J. (1975). The obese eating style: Bites, beliefs, and behavior modification. *Addictive Behaviors*, *1*(1), 47-53.
- Malik, V. S., Willett, W. C., & Hu, F. B. (2013). Global obesity: trends, risk factors and policy implications. *Nature reviews endocrinology*, *9*(1), 13-27.
- Maruyama, K., Sato, S., Ohira, T., Maeda, K., Noda, H., Kubota, Y., ... & Iso, H. (2008). The joint impact on being overweight of self reported behaviours of eating quickly and eating until full: cross sectional survey. *Bmj*, *337*.
- Martin, C. K., Anton, S. D., Walden, H., Arnett, C., Greenway, F. L., & Williamson, D. A. (2007). Slower eating rate reduces the food intake of men, but not women: implications for behavioral weight control. *Behaviour research and therapy*, *45*(10), 2349-2359.
- Nakamichi, A., Matsuyama, M., & Ichikawa, T. (2014). Relationship between mouthful volume and number of chews in young Japanese females. *Appetite*, *83*, 327-332.
- Nakata, M. (1998). Masticatory function and its effects on general health. *International dental journal*, *4*

Otsuka, R., Tamakoshi, K., Yatsuya, H., Wada, K., Matsushita, K., OuYang, P., ... & Toyoshima, H. (2008). Eating fast leads to insulin resistance: findings in middle-aged Japanese men and women. *Preventive medicine*, *46*(2), 154-159.

Otsuka, R., Tamakoshi, K., Yatsuya, H., Murata, C., Sekiya, A., Wada, K., ... & Toyoshima, H. (2006). Eating fast leads to obesity: findings based on self-administered questionnaires among middle-aged Japanese men and women. *Journal of epidemiology*, *16*(3), 117-124.

Okorodudu, D. O., Jumean, M. F., Montori, V. M., Romero-Corral, A., Somers, V. K., Erwin, P. J., & Lopez-Jimenez, F. (2010). Diagnostic performance of body mass index to identify obesity as defined by body adiposity: a systematic review and meta-analysis. *International journal of obesity*, *34*(5), 791-799.

Ranawana, V. (2011). The Influence of the Physical State and Habitual Mastication on the Glycaemic Response and Satiety (Doctoral dissertation, Oxford Brookes University).

Ruijschop, R. M., Zijlstra, N., Boelrijk, A. E., Dijkstra, A., Burgering, M. J., de Graaf, C., & Westerterp-Plantenga, M. S. (2011). Effects of bite size and duration of oral processing on retro-nasal aroma release-features contributing to meal termination. *British Journal of Nutrition*, *105*(2), 307-315.

Ruijschop, R. M., Zijlstra, N., Boelrijk, A. E., Dijkstra, A., Burgering, M. J., de Graaf, C., & Westerterp-Plantenga, M. S. (2011). Effects of bite size and duration of oral processing on retro-nasal aroma release-features contributing to meal termination. *British Journal of Nutrition*, *105*(2), 307-315.

Sasaki, M., Adschiri, T., & Arai, K. (2003). Production of cellulose II from native cellulose by near- and supercritical water solubilization. *Journal of agriculture*

*ral and food chemistry*, *51*(18), 5376-5381.

Scisco, J. L., Muth, E. R., Dong, Y., Hoover, A. W., O'Neil, P., & Fishel-Brown, S. R. (2011, September). Usability and acceptability of the "bite counter" device. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 55, No. 1, pp. 1967-1969). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.

Sondang, P., Kumagai, H., Tanaka, E., Ozaki, H., Nishikawa, H., Tanne, K., & Hamada, T. (2003). Correlation between maximum bite force and craniofacial morphology of young adults in Indonesia. *Journal of oral rehabilitation*, *30*(11), 1109-1117.

Sonoki, K., Iwase, M., Takata, Y., Nakamoto, T., Masaki, C., Hosokawa, R., ... & Inoue, H. (2013). Effects of thirty-times chewing per bite on secretion of glucagon-like peptide-1 in healthy volunteers and type 2 diabetic patients. *Endocrine journal*, *60*(3), 311-319.

Spiegel, T. A. (2000). Rate of intake, bites, and chews—the interpretation of lean-obese differences. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *24*(2), 229-237.

Spiegel, T. A., Kaplan, J. M., Tomassini, A., & Stellar, E. (1993). Bite size, ingestion rate, and meal size in lean and obese women. *Appetite*, *21*(2), 131-145.

Park, S., & Shin, W. S. (2015). Differences in eating behaviors and masticatory performances by gender and obesity status. *Physiology & behavior*, *138*, 69-74.

Tada, A., & Miura, H. (2018). Association of mastication and factors affecting masticatory function with obesity in adults: a systematic review. *BMC oral health*, *18*, 1-8.

Thiex, N. J., Anderson, S., Gildemeister, B., & Collaborators: Adcock W Boedigheimer J Bogren E Coffin R Conway K DeBaker A Frankenius E Gramse

M Hogan P Knese T MacDonald JM Iler J Royle R Russell M Shafiee F Shreve B Sieh J Spann M Töpler E Watts M. (2003). Crude fat, hexanes extraction, in feed, cereal grain, and forage (Randall/soxtec/submersion method): collaborative study. *Journal of AOAC International*, 86(5), 899-908.

Weir, C. B., & Jan, A. (2019). BMI classification percentile and cut off points.

Zijlstra, N., De Wijk, R., Mars, M., Stafleu, A., & de Graaf, C. (2009). Effect of bite size and oral processing time of a semisolid food on satiation. *The American journal of clinical nutrition*, 90(2), 269-275.

Zijlstra, N., Bukman, A. J., Mars, M., Stafleu, A., Ruijschop, R. M., & de Graaf, C. (2011). Eating behaviour and retro-nasal aroma release in normal-weight and overweight adults: a pilot study. *British journal of nutrition*, 106(2), 297-306.

Zijlstra, H., Boeije, H. R., Larsen, J. K., van Ramshorst, B., & Geenen, R. (2009). Patients' explanations for unsuccessful weight loss after laparoscopic adjustable gastric banding (LAGB). *Patient education and counseling*, 75(1), 108-113.

박정은, & 차연수. (2024). 비빔밥의 영양 및 건강기능적 가치 평가를 위한 자연과학적 고찰. *Journal of Nutrition and Health*, 57(6), 547-559.

오석홍, 유진주, 김수근, 조문구, 최동성, 오찬호, ... & 우자원. (2013). 비빔밥의 우수성과 기능성. *식품산업과 영양*, 18(1), 29-36.