

# Analysis on mandibular movement using the JT-3D system

Joo-Hun Song, Ryeo-Woon Kim, Jae-Joon Byun, Hee-Jung Kim, Yu-ri Heo, Gyeong-Je Lee\*

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Chosun University, Gwangju, Republic of Korea

**Purpose:** This study aims to measure the mandibular movement using JT-3D system and provide a range of mandibular movement that can serve as a good reference for diagnosing the temporomandibular disorder. **Materials and Methods:** This study was conducted in 60 young male and female adults. The maximum opening and closing movement was recorded using JT-3D system, and by regarding 5 times of repetitive movement as 1 cycle of movement, total 3 cycles of movement were recorded. During the maximum opening, vertical position of lower jaw, antero-posterior position, lateral deflection position, and maximum opening distance were recorded. To evaluate the reproducibility of JT-3D system, statistical analysis were conducted ( $\alpha = 0.05$ ). **Results:** During the maximum opening, the average value appeared at 31.56 mm vertically and 24.42 mm rearwardly, lateral deflection position 0.72 mm, and maximum opening distance 40.32 mm. There was no statistical significance in all measured values for three cycles of movement recorded with JT-3D system ( $P > 0.05$ ). **Conclusion:** During the maximum opening, the average value appeared at 0.72 mm in lateral deflection position and the maximum opening distance at 40.32 mm, and the analysis on the maximum opening of lower jaw using JT-3D system showed sufficiently reproducible results. (*J Dent Rehabil Appl Sci* 2020;36(2):80-7)

**Key words:** mandible; condyle; masticatory system; temporomandibular disorders

## 서론

저작계는 저작 시에 주된 기능을 하는 기관이나 구조를 뜻하며, 치아와 측두 하악 관절, 하악, 근육조직, 혀, 입술, 뺨, 구강 점막과 관련된 신경 복합체 등 광범위한 부분을 포함한다.<sup>1</sup> 측두 하악 관절과 하악은 서로 유기적으로 움직이며 저작, 연하, 발음과 같은 복잡하고 정밀한 운동이 이루어지는 생체역학구조의 일부분이다.<sup>2</sup> 두개골에 대한 하악 과두의 움직임은 저작근과 인대, 측두 하악 관절과 관절 용기에 의해 영향을 받으며 회전과 활주 운동이 일어난다.<sup>3-5</sup> 하악은 개구 초기와 폐구 말기에 가상의 하나의 선에 의해 순수한 회전 운동이 일어나고,<sup>6,7</sup> 반조절성 교합기에도 이러한 하악의 회전축이 반영되어 있다.<sup>8</sup> 측두 하악 장애는 하악의 움직임에 영향을 준다는

사실이 여러 연구들을 밝혀졌다.<sup>9-12</sup> 측두 하악 장애는 다양한 형태로 나타나고 항상 통증이 발생하는 부분은 아니며, 이 때문에 측두 하악 장애가 있더라도 자각하지 못하는 경우도 있다.<sup>9</sup> 하악의 정상 운동 범위의 분석은 측두 하악 장애의 진단 및 치료에 도움이 될 수 있다.

하악의 운동을 분석하기 위해 많은 연구들이 이루어졌다.<sup>2,8,9,13-25</sup> JT-3D system (BioResearch Associates, Inc., Milwaukee, USA)는 하악의 움직임을 분석할 수 있는 장비이다.<sup>21</sup> 하악 절치의 순측면에 작은 자석을 부착하고 하악 운동 시 자석의 움직임을 센서에 의해 추적하여 하악 운동을 기록하며 매우 작은 움직임(0.03 mm)도 기록하는 높은 해상도를 제공한다.<sup>9</sup> 이 장치는 쉽고 빠르게 적용가능하고 장치의 부착이 하악의 운동에 방해되지 않으며, 3차원적 실시간 움직임을 기록할 수 있다.<sup>9</sup>

\*Correspondence to: Gyeong-Je Lee  
Associate Professor, Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Chosun University, 309, Pilmun-daero, Dong-gu, Gwangju, 61452, Republic of Korea  
Tel: +82-62-220-3827, Fax: +82-62-232-7776, E-mail: lkj1998@chosun.ac.kr  
Received: April 6, 2020/Last Revision: April 18, 2020/Accepted: April 22, 2020

Copyright© 2020 The Korean Academy of Stomatognathic Function and Occlusion.  
© It is identical to Creative Commons Non-Commercial License.

본 연구에서는 JT-3D system을 이용하여 하악의 운동을 측정하여, 측두 하악 장애의 진단에 참고할 수 있는 하악의 운동 범위를 제공하고자 하였다.

## 연구 재료 및 방법

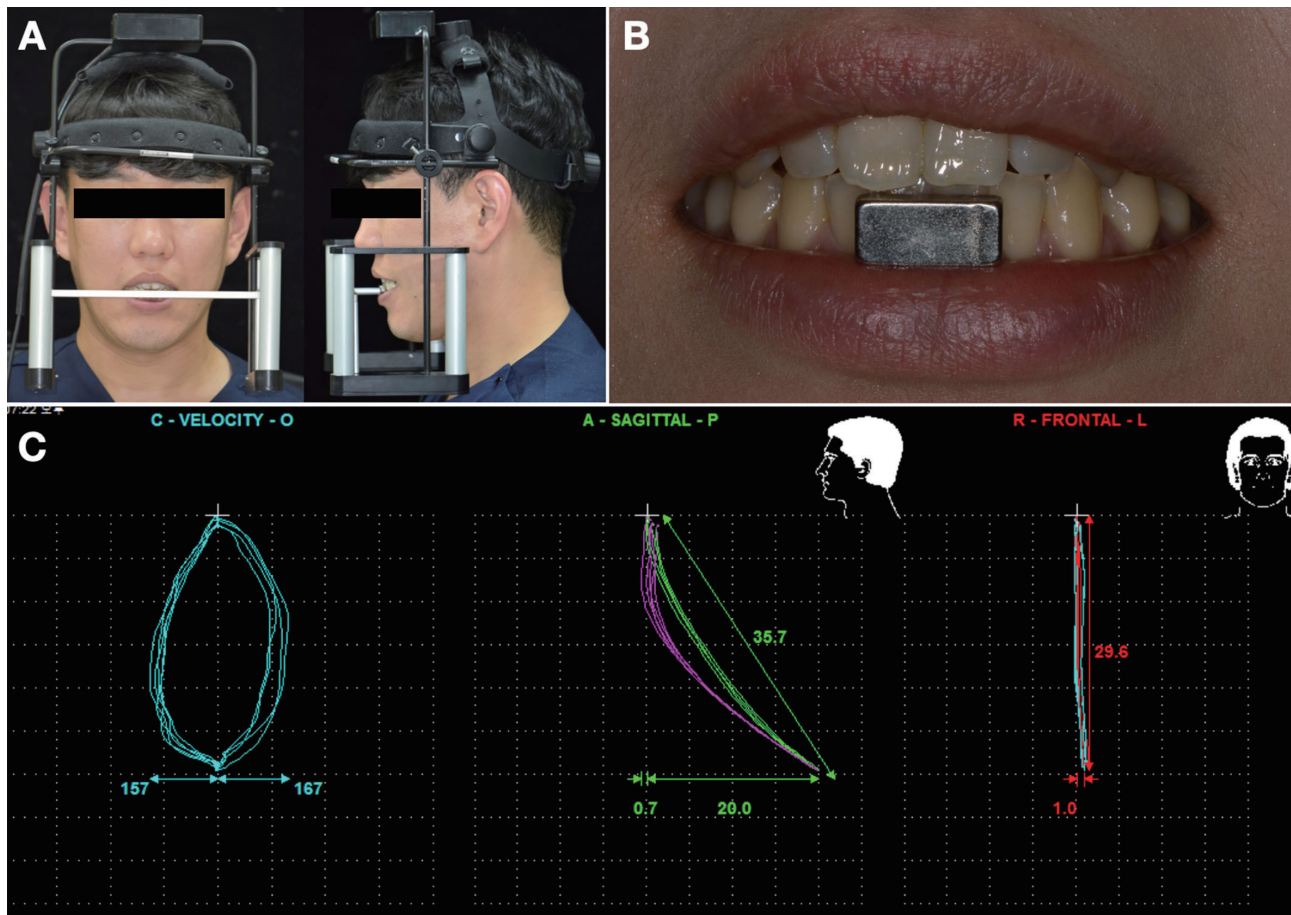
22세부터 37세의 성인 60명을 대상으로 실험을 진행하였다(Table 1). 제 3대구치를 제외한 모든 치열을 가지고 있으며, 골격 또는 치아에서 비정상부분이 없고, 악안면에 수술 경험이 없으며, 측두 하악 장애 증상이 없는 성인을 대상으로 하였다. 조선대학교 치과병원 임상시험심사위원회 심의 후(CUDHIRB 1901 004) 실험을 시행하였다.

직립위 상태에서 측정을 시행했고, JT-3D system을 장착하기 위해 자석을 양측 하악 중절치의 치간부 중앙 순

**Table 1.** Participants in this study

	Number	Mean age (year)
Male	37	26.5
Female	27	27.5
Total	60	26.9

측에 부착하였다(Fig. 1A, 1B). 과개 교합으로 하악 절치의 순측부에 부착이 어려울 경우 하악 절치의 순측 치은에 자석을 부착하였다. 이후 최대 개구와 폐구 운동을 하도록 지시하였다. 한번 최대 개구와 폐구 운동 시 5회 반복하도록 지시하였으며 5회의 반복 운동을 1번의 개폐구 운동 주기로 간주하였고, 총 4번의 개폐구 운동 주기를 시행하였다. 최대 개구와 폐구 운동 시에 특별한 지시는 하지 않았으며, 자유로운 하악의 운동을 JT-3D system



**Fig. 1.** (A) JT-3D system (BioResearch Associates, Inc., Milwaukee, USA), (B) A small magnet is placed in the labial vestibule and adhered to the lower incisors or gingiva tissue when a deep bite is present, (C) Pattern graph recorded with JT-3D system (In this pattern graph, the maximum opening is 29.6 mm vertically, 20.0 mm rearwardly, 1.0 mm lateral deflection position and 35.7 mm maximum opening distance).

으로 기록하였다. 운동 전 폐구 상태에서의 위치가 기준 위치가 되고, 개폐구 운동 시 움직인 하악의 위치에 따라 나타난 자석의 움직임이 JT-3D system을 통해 기록되었다. 하악의 움직임이 그래프로 기록되었고, 이중 하악의 최대 개구 시의 수직적 위치, 전후방 위치, 좌측과 우측 편위량 및 최대 개구량의 5회 반복 운동의 평균 측정값이 JT-3D system을 통해 기록되었다(Fig. 1C). 최대 개구 시의 하악의 전후방 위치와 좌측과 우측 편위량의 기록은 전방 및 우측으로 이동 시 음의 값으로 기록되고 후방 및 좌측으로 이동 시 양의 값으로 기록되었다. 첫 번째 개폐구 운동 주기는 실험군의 긴장 및 장치 적응도를 고려하여 분석에서 제외하였고, 이후 3회의 개폐구 운동 주기의 운동만을 기록 및 분석하였다.

SPSS 통계 분석 프로그램(IBM SPSS Statistics 22.0, SPSS INC., Chicago, USA)을 사용하여 통계분석을 진행하였다. JT-3D system의 재현성 평가를 위해 Shapiro-Wilk test를 통해 3회의 개폐구 운동 주기가 각각 정규성을 나타내는지 분석 후, 결과에 따라 One-way repeated ANOVA와 Friedman test를 시행하여 3회의 시행에서 차이가 나타나는지 분석하였다( $\alpha = 0.05$ ).

### 결과

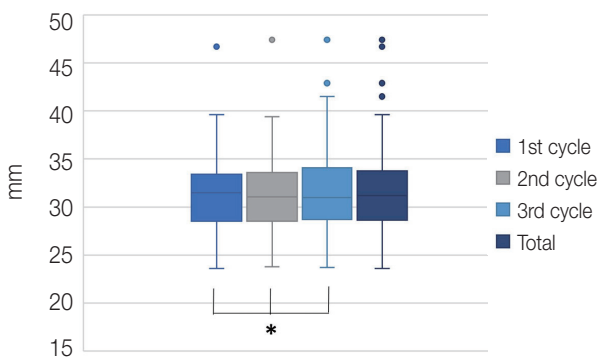
각각의 실험군에 대해서 1회의 개폐구 운동 주기마다 5회씩 최대 개구 및 폐구 운동을 시행하였고, 총 3회의 운동 주기의 각각의 평균값(최대 개구 시 하악의 수직적 위

치, 전후방 위치, 측방 위치, 최대 개구량)을 기록하였다. 60명에 대한 측정값을 각각의 운동 주기별로 정리하여 3회의 운동 주기 사이에 통계적 유의성을 평가하여 JT-3D system의 재현성을 분석하였다. 또한 60명에 대한 총 3회의 운동 주기의 전체 측정값을 통해 최대값 및 최소값, 평균 및 표준편차를 기록하였다.

최대 개구 시 3회의 운동 주기 전체 측정값에서 하악의 수직적 위치는 최소 23.60 mm에서 최대 47.40 mm로 나타났고, 평균은 31.56 mm와 표준편차는 4.16 mm로 나타났다. 각 3회의 저작 주기 동안 기록된 수직적 위치에 대해 시행한 Shapiro-Wilk test에서는 정규성을 보이지 않았다( $P < 0.05$ ). 이에 Friedman test를 통해 3회의 결과값에 대한 유의성을 평가하였으며, 통계적으로 3회의 시행 간에 통계적 유의성은 없었다( $P > 0.05$ , Fig. 2).

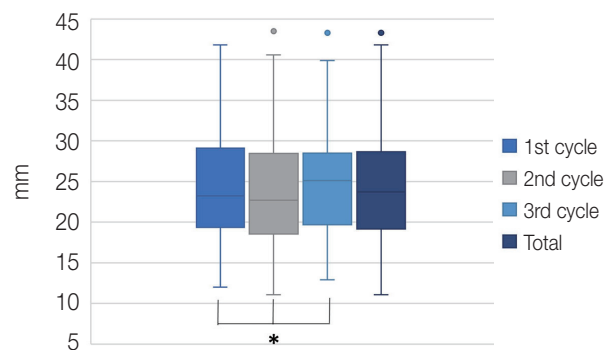
하악의 최대 개구 시 하악의 전후방 위치의 기록은 전방으로 이동하면 음의 값을, 후방으로 이동하면 양의 값으로 나타났다. 최대 개구 시 3회의 운동 주기 전체 측정값에서 최소 11.10 mm에서 최대 43.50 mm로 나타났다. 각 3회의 저작 주기 동안 기록된 전후방 위치 기록에 대해 시행한 Shapiro-Wilk test에서 정규성을 보임이 나타났다( $P > 0.05$ ). 전후방 위치에서는 정규성이 관찰되어 통계적 유의성을 평가하고자 One-way repeated ANOVA분석을 시행하였고, 통계적으로 3회의 시행 간에 통계적 유의성은 없었다( $P > 0.05$ , Fig. 3).

최대 개구 시 하악의 좌측과 우측의 편위량의 기록은



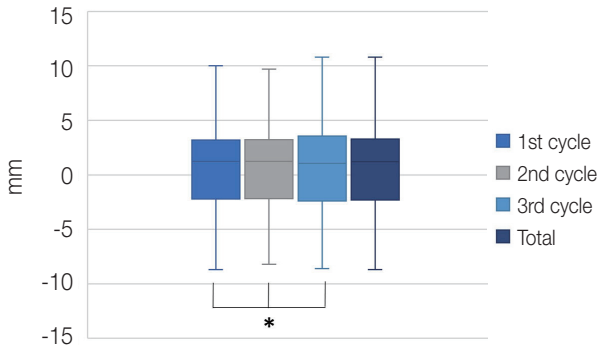
**Fig. 2.** Vertical maximum open position of jaw. In a total of 3 cycles, the average is 31.56 mm and standard deviation is 4.16 mm.

\* No statistically significant by Friedman test; No significant differences at  $P > 0.05$ .



**Fig. 3.** Antero-posterior maximum open position of jaw. In a total of 3 cycles, the average is 24.42 mm and standard deviation is 7.40 mm.

\* No statistically significant by One-way repeated ANOVA; No significant differences at  $P > 0.05$ .



**Fig. 4.** Lateral maximum open position of jaw. In a total of 3 cycles, the average is 0.72 mm and standard deviation is 4.25 mm.

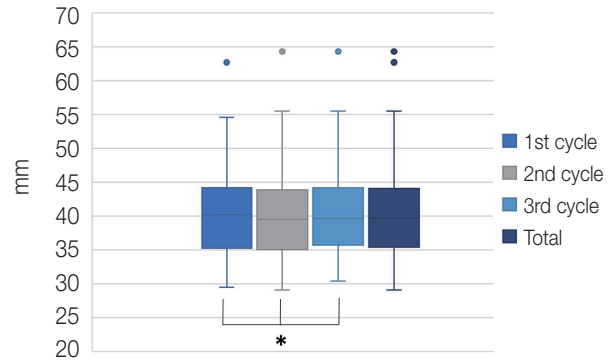
\* No statistically significant by One-way repeated ANOVA; No significant differences at  $P > 0.05$ .

우측으로 편위 시 음의 값으로 기록되었고 좌측으로 편위 시 양의 값으로 기록되었다. 최대 개구 시 3회의 운동 주기 전체 측정값에서 최소값은 -8.7 mm로, 즉 우측으로 최대 편위값이 8.7 mm로 나타났다. 최대값은 10.8 mm로, 즉 좌측으로 최대 편위값이 10.8 mm로 나타났다. 평균은 0.72 mm였으며 표준편차는 4.25 mm로 나타났다. 각 3회의 저작 주기 동안 기록된 좌측과 우측의 편위량 기록에 대해 시행한 Shapiro-Wilk test의 정규성 검사에서 정규성이 나타났다( $P > 0.05$ ). 통계적 유의성을 평가하고자 One-way repeated ANOVA 분석을 시행하였고, 3회의 시행간에 통계적 유의성은 없었다( $P > 0.05$ , Fig. 4).

하악의 최대 개구량은 3회의 운동 주기 전체 측정값에서 최소 29.10 mm, 최대 64.30 mm, 평균 40.32 mm, 표준편차는 6.52 mm로 나타났다. 각 3회의 저작 주기 동안 기록된 최대 개구량에 대해 시행한 Shapiro-Wilk test에서 정규성을 보이지 않았다( $P < 0.05$ ). 정규성을 보이지 않았기에 통계적 유의성을 평가하고자 Friedman test를 시행하였고, 3회의 시행간에 통계적 유의성은 없었다( $P > 0.05$ , Fig. 5).

### 고찰

하악 운동의 분석은 보통 개구와 폐구 운동이 이루어질 때 하악의 운동 양상을 분석하는 방법과,<sup>8,13-17,20,22,23</sup> 저



**Fig. 5.** Maximum jaw opening distance. In a total of 3 cycles, the average is 40.32 mm and standard deviation is 6.52 mm.

\* No statistically significant by Friedman test; No significant differences at  $P > 0.05$ .

작 시 나타나는 하악의 움직임을 분석하는 방법이 소개되었다.<sup>9,18,19,24,25</sup> 본 연구에서는 치과에서 평가하기 어려운 환자의 저작 양상보다는 임상에서 평가하기 더 용이한 하악의 개구와 폐구 양상에 대해 연구를 진행하였다. JT-3D system을 이용해 하악 절치의 움직임을 추적하는 방법으로 하악 운동의 분석을 시행하였다. 본 연구에서 사용한 하악 절치의 움직임을 추적하여 하악의 움직임을 추정하는 방법은 여러 연구들에서도 사용되었던 방법이다.<sup>9,15,17,25</sup> 하악의 운동 시 하악 절치는 구치와 하악 과두보다 더 멀리 빠르게 움직이기 때문에 이처럼 하악 절치 순측면에 부착된 자석에 의해 높은 해상도로 실시간 움직임을 기록하는 JT-3D system은 하악 운동의 기록에 충분한 의미가 있다.<sup>9,21</sup>

JT-3D system의 사용을 위해선 머리에 착용하여 자석의 움직임을 추적하는 장치와 하악 절치의 순측부에 장착되는 자석이 필요하다(Fig. 1).<sup>9</sup> 장치 부착으로 인한 어색함 및 긴장으로 인해 장치 착용 후 처음 운동에서는 JT-3D system에서 실시간으로 기록되는 그래프에서 일관된 움직임이 나타나지 않는 경우가 많았다. 장치에 대해 적응한 후에는 일정한 그래프가 반복운동에서 나타났고 이때 얻어진 자료를 분석하고자 하였다. 이를 고려하여 본 연구에서는 장치를 착용하고 시행한 첫번째 최대 개구와 폐구 운동 주기를 제외하고, 이후 결과 값을 이용하여 분석을 진행하였다. 또한 이후 3회의 개폐구 운동 주기가 충분히 재현성 있는 결과가 나타났는지를 분석하

기 위해 통계분석을 시행하였다. 본 연구에서 측정된 하악의 최대 개구 시의 수직적 위치, 전후방 위치, 좌측과 우측 편위량, 최대 개구량에 대한 3회의 개폐구 운동 주기 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $P > 0.05$ ). 이와 같은 결과는 JT-3D system을 이용한 최대 개구와 폐구 운동 분석이 충분히 재현성 있는 결과를 나타냈음을 의미한다.

JT-3D system을 이용해 하악 절치의 움직임을 추적하여 기록된 최대 개구 시 하악의 수직적 위치는 평균 31.56 mm(최소 23.60 mm, 최대 47.40 mm, 표준편차 4.16 mm)로 나타났다(Fig. 2). 이 측정값은 최대 개구 시 하악의 전후방 거리를 고려하지 않은 시작점과 끝점의 단순한 직선상의 수직 거리이다. 최대 개구 시에 하악의 전후방 위치는 후방으로 이동이 평균 24.42 mm(최소 11.10 mm, 최대 43.50 mm, 표준편차 7.40 mm)로 나타났고, 이 측정값 또한 하악의 수직적 위치를 고려하지 않은, 운동 시작 시점에서부터 순수한 전후방적 위치이다(Fig. 3). 이와 같은 결과를 살펴보면 하악의 최대 개구 시 수직적 위치의 움직임 못지않게 전후방 위치의 변화도 많이 일어남을 알 수 있다. Dawson<sup>26</sup>은 하악을 전방으로 내밀었을 때 움직이는 운동 범위가 7 - 15 mm라고 하였다. 서로 다른 하악 운동이지만 본 연구와 Dawson의 하악 전방 운동을 생각해 봤을 때, 임상에서 환자의 하악 운동을 관찰할 때 주로 전방에서 살펴보게 됨으로써 자칫 간과할 수 있는 전후방적 위치의 변화도 관심을 가져야 함을 의미한다.

수직적 위치와 전후방 위치가 모두 반영된 최대 개구량은 평균 40.32 mm(최소 29.10 mm, 최대 64.30 mm, 표준편차 6.52 mm)로 나타났다(Fig. 5). 최대 개구량에 대해서 Dawson<sup>26</sup>은 40 mm에서 50 mm라고 하였고, Agerberg<sup>27</sup>는 53 mm에서 58 mm라고 하였으며, Agrawal 등<sup>22</sup>은 평균 수치가 남성에서 50.3 mm, 여성에서 49.9 mm로 나타났다고 하였다. 이전 연구들에서<sup>22,26,27</sup> 정상범위에 대해 보고된 수치도 상당한 차이를 보이지만, 본 연구에서의 최대 개구량의 평균 측정값은 앞선 연구들에 비해 작은 값인 40.32 mm로 나타났다. 이러한 차이는 본 연구에서 JT-3D system을 통해 운동량을 측정할 때, 술자의 간섭없이 실험군에서 자유롭고 편안한 정도에서의 최대 개구 운동을 한 부분이 영향을 주었을 것으로 사료된다.

측방 편위량을 살펴보면 우측 편위량은 음의 값으로, 좌측 편위량은 양의 값으로 기록되었으며, 평균 0.72 mm(최소 -8.7 mm, 최대 10.8 mm, 표준편차 4.25 mm)

로 나타났다(Fig. 4). Okeson<sup>28</sup>은 최대 개구 시에 나타나는 변화로 변위와 편위가 있다고 하였으며, 최대 개구 시에 중심선이 한쪽으로 틀어지면 편위라고 하였고 이는 측두 하악 장애 때문이라고 하였다. 측두 하악 장애의 증상은 인구의 약 60 - 70%로 나타나지만 증상이 있는 사람 4명중 1명만이 증상을 인지하고 있다는 보고가 있다.<sup>29</sup> 본 연구에서 이와 같은 측방 편위량의 결과값은, 대상자 모집 때 측두 하악 장애가 없는 대상자들을 모집하였지만 무증상 대상자들 및 일부 해당 장애에 적응한 환자들이 실험에 참여한것으로 판단된다. 본 연구에서 측방 편위량이 전혀 없는 0 mm의 측정값은 단 한번만 기록되었으며, 0 mm가 기록된 실험군의 3번의 운동 주기에서도 3번의 운동 주기 모두에서 0 mm가 기록된 것이 아닌 2번째 주기에서만 0 mm가 기록되었다. 약간의 움직임도 실시간으로 바로 기록되는 JT-3D system을 이용한 연구인 부분을 고려해봤을 때, 측두 하악 장애의 증상과 최대 개구 시 측방 편위량의 연관성은 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

높은 해상도와 재현성을 보여준 JT-3D system의 사용은 하악 운동의 분석에 보다 객관적이고 정량화된 분석을 제공해 준다. 또한 실시간으로 움직임을 보여주고, 저작 시 나타나는 움직임같이 직접 관찰하기 힘든 하악의 운동도 JT-3D system을 통해 관찰이 가능하다. 이러한 장점을 가진 JT-3D system은 저작 시 개폐구 속도 및 저작 양상의 분석에도 이용할 수 있다.<sup>9</sup> JT-3D system의 사용은 다양한 하악 운동에 대해 객관적이고 믿을만한 정보를 제공해 줌으로써 측두 하악 장애의 진단에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서 측두 하악 장애가 없는 실험군 모집을 위해 구내 검진 및 구외 검사 및 문진을 시행하였지만, 다양한 임상 검사를 통해 보다 엄격한 실험군 모집을 시행하지 못한 부분에서 아쉬움이 남는다. 더불어 정규분포 여부를 판단하는 통계인 Shapiro-Wilk test에서 2가지 분야에서만 정규성을 이룸이 나타났는데( $P > 0.05$ ), 보다 많은 대상자를 대상으로 연구를 진행한다면 더 의미 있는 결과가 나타났을 것으로 보이며, 이를 반영한 추가적인 연구가 필요가 필요하다.

## 결론

JT-3D system을 이용해 최대 개구 시의 하악 운동 양상을 분석하였을 때 다음과 같은 결과를 얻었다.

JT-3D system을 이용한 하악 최대 개구의 분석은 제한성 있는 결과를 보였다. 하악의 최대 개구 시 측방 변위량은 평균 0.72 mm를 보였다. 하악의 최대 개구량은 평균 40.32 mm를 보였다.

## Acknowledgements

이 논문은 2019년도 재단법인 조선대학교 치과대학교육문화재단 학술연구기금의 지원을 받아 연구되었음.

## ORCID

**Joo-Hun Song** <https://orcid.org/0000-0003-4229-6148>  
**Ryeo-Woon Kim** <https://orcid.org/0000-0003-0511-4595>  
**Jae-Joon Byun** <https://orcid.org/0000-0003-4368-7415>  
**Hee-Jung Kim** <https://orcid.org/0000-0002-2015-1530>  
**Yu-ri Heo** <https://orcid.org/0000-0002-1806-3822>  
**Gyeong-Je Lee** <https://orcid.org/0000-0002-3545-2280>

## References

1. The Glossary of Prosthodontic Terms: Ninth Edition. *J Prosthet Dent* 2017;117:e1-e105.
2. Santos IC, Tavares JMR, Mendes J, Paulo MP. A prototype system for acquisition and analysis of 3D mandibular movement. *Int J Mech Mater Des* 2008;4:173-80.
3. Baragar FA, Osborn JW. A model relating patterns of human jaw movement to biomechanical constraints. *J Biomech* 1984;17:757-67.
4. Osborn JW. The temporomandibular ligament and the articular eminence as constraints during jaw opening. *J Oral Rehabil* 1989;16:323-33.
5. Osborn JW. A model to describe how ligaments may control symmetrical jaw opening movements in man. *J Oral Rehabil* 1993;20:585-604.
6. Lucia VO. Centric relation-theory and practice. *J Prosthet Dent* 1960;10:849-56.
7. Preston JD. A reassessment of the mandibular transverse horizontal axis theory. *J Prosthet Dent* 1979;41:605-13.
8. Ahn SJ, Tsou L, Sánchez CA, Fels S, Kwon HB. Analyzing center of rotation during opening and closing movements of the mandible using computer simulations. *J Biomech* 2015;48:666-71.
9. Radke JC, Kamyszek GJ, Kull RS, Velasco GR. TMJ symptoms reduce chewing amplitude and velocity, and increase variability. *Cranio* 2019;37:12-9.
10. Ow RK, Carlsson GE, Karlsson S. Relationship of masticatory mandibular movements to masticatory performance of dentate adults: a method study. *J Oral Rehabil* 1998;25:821-9.
11. Hansdotir R, Bakke M. Joint tenderness, jaw opening, chewing velocity, and bite force in patients with temporomandibular joint pain and matched healthy control subjects. *J Orofac Pain* 2004;18:108-13.
12. Lepley C, Throckmorton G, Parker S, Buschang PH. Masticatory performance and chewing cycle kinematics-are they related? *Angle Orthod* 2010;80:295-301.
13. Pinheiro AP, Pereira AA, Andrade AO, Bellomo D. Measurement of jaw motion: the proposal of a simple and accurate method. *J Med Eng Technol* 2011;35:125-33.
14. Yoon HJ, Zhao KD, Rebellato J, An KN, Keller EE. Kinematic study of the mandible using an electromagnetic tracking device and custom dental appliance: Introducing a new technique. *J Biomech* 2006;39:2325-30.
15. Flavel SC, Nordstrom MA, Miles TS. A simple and inexpensive system for monitoring jaw movements in ambulatory humans. *J Biomech* 2002;35:573-7.
16. Zafar H, Eriksson PO, Nordh E, Häggman-Henrikson B. Wireless optoelectronic recordings of mandibular and associated head-neck movements in man: a methodological study. *J Oral Rehabil* 2000;27:227-38.
17. Dijkstra PU, De Bont LG, Stegenga B, Boering G. Temporomandibular joint mobility assessment: a comparison between four methods. *J Oral Rehabil* 1995;22:439-44.
18. Kiliaridis S, Karlsson S, Kjellberg H. Characteristics of masticatory mandibular movements and velocity in growing individuals and young adults. *J Dent Res* 1991;70:1367-70.
19. Karlsson S, Persson M, Carlsson GE. Mandibular movement and velocity in relation to state of dentition and age. *J Oral Rehabil* 1991;18:1-8.
20. Yatabe M, Zwijnenburg A, Megens CC, Naeije M.

- Movements of the mandibular condyle kinematic center during jaw opening and closing. *J Dent Res* 1997;76:714-9.
21. Furtado DA, Pereira AA, de Oliveira Andrade A, Bellomo DP, da Silva MR. A specialized motion capture system for real-time analysis of mandibular movements using infrared cameras. *Biomed Eng Online* 2013;12:17.
  22. Agrawal J, Shenai PK, Chatra L, Kumar PY. Evaluation of normal range of mouth opening using three finger index: South India perspective study. *Indian J Dent Res* 2015;26:361-5.
  23. Santos IC, Tavares JMR, Mendes JG, Paulo MP. Acquisition and analysis of 3D mandibular movement using a device based on electromagnetic sensors and a neural network. *J Med Eng Technol* 2009;33:437-41.
  24. Lin Z, Zecca M, Sessa S, Ishii H, Takanishi A. Development of an ultra-miniaturized inertial measurement unit for jaw movement analysis during free chewing. *J Comput Sci.* 2010;6:896-903.
  25. Kuwahara T, Miyauchi S, Maruyama T. Clinical classification of the patterns of mandibular movements during mastication in subjects with TMJ disorders. *Int J Prosthodont* 1992;5:122-9.
  26. Dawson PE. *Functional Occlusion-E-Book: From TMJ to Smile Design*. New York; Elsevier Health Sciences; 2006. p. 270-3.
  27. Agerberg G. Maximal mandibular movements in young men and women. *Swed Dent J* 1974;67:81-100.
  28. Okeson JP. *Management of temporomandibular disorders and occlusion-E-book*. 7th ed. New York; Elsevier Health Sciences; 2014. p. 202-8.
  29. Dimitroulis G, Dolwick MF, Gremillion HA. *Temporomandibular disorders*. 1. Clinical evaluation. *Aust Dent J* 1995;40:301-5.

## JT-3D system을 이용한 하악의 운동 분석

송주현 전임의, 김려운 봉직의, 변재준 전공의, 김희중 교수, 허유리 조교수, 이경제\* 부교수

조선대학교 치과대학 치과보철학교실

**목적:** JT-3D system를 통해 하악의 운동을 측정하고 측두 하악 장애의 진단에 참고할 수 있는 하악의 운동 범위를 제공하고자 하였다.

**연구 재료 및 방법:** 성인 60명을 대상으로 JT-3D system을 이용하여 최대 개구와 폐구 운동을 기록하였고, 5회의 반복 운동을 1번의 운동 주기로 간주하여 총 3회의 운동 주기를 기록하였다. 최대 개구 시 하악의 수직적 위치, 전후방 위치, 측방 편위량, 최대 개구량을 기록하였다. JT-3D system의 재현성 평가를 위해 통계분석을 시행하였다( $\alpha = 0.05$ ).

**결과:** 최대 개구 시의 평균값은 수직적 위치 31.56 mm, 후방 24.42 mm, 측방 편위량 0.72 mm, 최대 개구량 40.32 mm로 나타났다. JT-3D system으로 기록한 3회의 운동 주기의 모든 측정값에서 통계적 유의성은 없었다( $P > 0.05$ ).

**결론:** 최대 개구 시 평균 측방 편위량에서 0.72 mm, 최대 개구량은 40.32 mm로 나타났으며, JT-3D system을 이용한 하악 운동 분석은 재현성 있는 결과를 보였다.

(구강회복응용과학지 2020;36(2):80-7)

**주요어:** 하악; 과두; 저작계; 측두 하악 장애

\*교신저자: 이경제

(61452)광주광역시 동구 필문대로 309 조선대학교 치과대학 치과보철학교실

Tel: 062-220-3827 | Fax: 062-232-7776 | E-mail: lkj1998@chosun.ac.kr

접수일: 2020년 4월 6일 | 수정일: 2020년 4월 18일 | 채택일: 2020년 4월 22일