

# Factors that affect the bite force measurement

Ji-Ho Im<sup>1</sup>, Wonsup Lee<sup>2</sup>, Myung-Joo Kim<sup>1</sup>, Young-Jun Lim<sup>1</sup>, Ho-Beom Kwon<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Prosthodontics and Dental Research Institute, School of Dentistry, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea

<sup>2</sup>Department of Prosthodontics, Dental Hospital, St. Mary's Hospital of Catholic University of Korea, Seoul, Republic of Korea

Mastication is the process to help digestion by chewing or grinding food. Masticatory system consists of maxilla, mandible, temporomandibular joints, ligaments, dentitions, and musculatures. Assessing the bite force can be one of the methods to estimate the masticatory system. Bite force is influenced by facial morphology, age, sex, periodontal status, temporomandibular joint disorder and dental condition, and so forth. In general, higher maximum bite force is seen in those who have a square-shaped face and in male rather than female. In addition, bite force tends to be increased by age 20, maintained constantly until age 40 - 50, and then decreased. Periodontal disease is known as a causative factor for decreased bite force while temporomandibular disorder (TMD) remains controversial as to whether it affects the force. The status of teeth is considered as an important factor to determine the maximum bite force. (*J Dent Rehabil Appl Sci* 2016;32(1):1-7)

**Key words:** bite force; bite force recording devices; bite force analysis

## 서론

저작은 음식을 잘게 부수어 소화작용이 원활하게 진행될 수 있도록 돕는 행위이다. 이러한 저작계는 상하 악골, 악관절, 인대, 치아 및 근육으로 구성되며 이 모든 요소들을 조절, 통합하는 뇌신경계 시스템이 존재한다.<sup>1</sup> 교합력은 이러한 저작계를 평가하는 한 가지 수단이다.<sup>2</sup> 교합력 측정을 통해 저작근의 기능을 평가할 수 있다. 이를 위해 다양한 기구들이 교합력 측정에 사용되었다.<sup>3</sup> 20세기 초 Linderholm과 Wennström에 의해 바이트 포크 형태의 교합력 측정기가 개발되었고 1985년 Lassila 등은 바이트 포크 장치에 스트레인 게이지로 구성된 로드셀을 사용하여 교합력 측정장치를 개발하였다.<sup>4,5</sup> 1987년 미국의 Tekscan 회사에서 T-scan 교합분석

장치를 개발하였다. T-scan은 압력 센서를 이용하여 교합력을 측정하는데 치아가 접촉하기 시작하면서 생기는 압력을 시간에 따라 측정이 가능한 장비이다.<sup>6</sup> 1990년대 초 일본의 후지필름에서 Dental Prescale system을 개발하였다. 이 시스템은 얇은 두께의 압력감지필름을 사용하여 사람에게 교합시킨 후 컴퓨터 스캔 장비로 분석하는 방식이다.<sup>7</sup> 현재까지 다양한 장비들이 교합력 측정을 위해 개발되어 사용되고 있다.

교합력은 여러 가지 요인에 의해 영향을 받는다. Koc 등<sup>8</sup>은 교합력 측정에 영향을 주는 요인으로 얼굴형태, 나이, 성별, 치주질환, 측두하악장애, 치아 상태 및 기록장치 등을 예로 들고 있으며 Bakke<sup>2</sup> 또한 기록장치, 안면 근육, 얼굴 형태, 치아의 수 및 상태, 부정교합 등을 언급하였다. 본 논문에서는 앞에서 언급한 교합력 측정에 영

\*Correspondence to: Ho-Beom Kwon  
Associate Professor, Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Seoul National University, 101 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul, 03080, Republic of Korea  
Tel: +82-2-2072-0132, Fax: +82-2-2072-3860, E-mail: proskwon@snu.ac.kr  
Received: December 29, 2015/Last Revision: March 6, 2016/Accepted: March 7, 2016

Copyright© 2016 The Korean Academy of Stomatognathic Function and Occlusion.  
© It is identical to Creative Commons Non-Commercial License.

향을 주는 요인에 대한 최근 연구를 살펴볼 것이다. 교합력 측정요인에 대해 알아보는 것은 교합력 연구의 선결조건이라고 할 수 있다. 교합력 측정기구를 사용하여 나온 결과를 해석할 때 이용할 수 있으며 환자를 치료할 때에도 이러한 요인들을 고려하여 치료에 반영할 수 있을 것이다. 또한 교합력 측정장치 개발에도 관련 요인을 고려하여야 할 것이다.

## 문헌 고찰

### 1. 얼굴 형태와 성별

최대교합력은 얼굴의 안면 높이와 하악의 기울기, 하악각(gonial angle)에 영향을 받는다.<sup>2</sup> 하악지가 수직에 가까울수록 하악각이 예각일수록 거상근이 효율적으로 작용할 수 있다. 이것은 교합력이 하악의 레버시스템을 반영하고 있음을 뜻한다.<sup>9</sup> 일반적으로 최대교합력은 남성이 여성보다 높다. 이 차이가 발생하는 원인은 남녀의 해부학적 차이 때문이다.<sup>10</sup> 남성의 교근이 여성보다 더 큰 직경과 단면적을 갖는 제2형 섬유를 많이 갖고 있다.<sup>11</sup>

Tripathi 등<sup>12</sup>은 80명의 무치악 피험자와 80명의 유치악 피험자를 대상으로 각 피험자를 얼굴 형태로 분류하여 최대교합력을 측정하였다. 얼굴형태에 따라 방형(square form), 첨형(tapering form), 난원형(oval form) 등으로 분류하였다. 실험결과 유치악 피험자뿐만 아니라 무치악 피험자에서도 방형의 얼굴을 갖고 있는 피험자에서 최대교합력이 가장 높게 측정되었다. 이것은 방형의 얼굴에서 하악지가 거의 수직이고 하악각이 예각에 가까워 거상근의 기계적인 이점이 발휘되기 쉽기 때문으로 생각된다. Bonakdarchian 등<sup>13</sup>은 정상교합을 갖고 있는 성인에서 얼굴형태에 따라 교합력의 차이를 측정하였다. 남자 20명, 여자 20명을 대상으로 교합력을 측정하였고 얼굴형태는 방형, 첨형, 난원형 등의 형태로 분류하였다. 실험결과 남자에서 여자보다 평균 교합력이 높게 측정되었으며 방형의 얼굴이 다른 얼굴 형태보다 높은 교합력을 보였다. Jain 등<sup>14</sup>은 건강한 358명의 인도 사람을 대상으로 평균최대교합력을 측정하였다. 그 결과 남성이 여성보다 유의하게 높은 평균 최대교합력을 보였으며 방형의 얼굴을 가진 피험자에서 다른 형태의 얼굴을 갖는 피험자보다 높은 평균 교합력이 측정되었다. Koç 등<sup>15</sup>은 성별, 나이, 얼굴형태 등이 최대교합력에 어떻게 영향을 주는 가에 대해 연구하였다. 19 - 20세

의 남자 17명, 여자 17명을 대상으로 사진을 찍어 사진 상에서 nasion, menton, zygon, gonion을 표시한 후 길이를 측정하였다. 실험결과 남성의 경우 얼굴이 길수록 교합력이 작게 측정되었다. 성별간의 비교에서는 남자가 여자보다 교합력이 크게 측정되었다. 이것은 앞에서 언급한 남성의 해부학적 특징을 원인으로 생각해 볼 수 있다. Palinkas 등<sup>16</sup>은 나이와 성별이 최대교합력에 어떠한 영향을 미치는지를 조사하였다. 177명을 나이에 따라 5개의 그룹으로 나누었다. 1그룹은 7 - 12세, 2그룹은 13 - 20세, 3그룹은 21 - 40세, 4그룹은 41 - 60세, 5그룹은 61 - 80세였다. 최대교합력 측정결과 각 그룹에서 남성이 여성보다 평균적으로 30% 교합력이 높게 측정되었다. Calderon 등<sup>17</sup>은 최대교합력에 대한 이갈이와 성별에 대한 연구를 진행하였다. 180명의 남녀를 대상으로 성별과 이갈이 유무에 따라 4그룹으로 분류하였다. 실험결과 이갈이 유무에 관계없이 평균 최대교합력은 남성에서 여성보다 높게 측정되었으며, 이갈이의 유무는 최대교합력에 영향을 주지 않았다.

위의 연구들을 종합해보면 최대교합력은 방형의 얼굴이 다른 얼굴 형태보다 크며 일반적으로 남성이 여성보다 크다고 생각된다.

### 2. 나이

최대교합력은 태어나서부터 20세 성인 정도까지 증가하며 그 이후부터 40 - 50세까지 거의 일정하게 유지되다가 감소하는 경향을 보인다.<sup>18</sup>

Roldán 등<sup>19</sup>은 성장기에 있는 7 - 15세의 아이 및 청소년 총 380명(여성 182명, 남성 198명)의 교합력을 3년 동안 매년 측정하였다. 그 결과 구치부에서 최대교합력은 16세에서 최대를 기록했으며, 구치부에서 남성이 여성보다 교합력이 크게 측정되었다. Owais 등<sup>20</sup>은 서로 다른 치열기에 있는 어린이(3 - 18세) 1011명을 대상으로 최대교합력을 측정하였다. 어린이의 나이에 따라 초기 유치열기, 후기 유치열기, 초기 혼합치열기, 후기 혼합치열기, 영구 치열기로 총 5가지 그룹으로 나누었다. 실험결과 나이가 증가할수록 교합력은 증가하였다. 나이와 성별, 키가 최대교합력을 예측하는데 중요한 요인이었다. Bakke 등<sup>18</sup>은 남성 59명, 여성 63명 총 122명의 건강한 사람을 대상으로 편측성 교합력을 측정하였다. 실험결과 여성은 25살 이후 남성은 45살 이후 나이가 들면서 감소하는 것으로 나타났다. 특히 여성에서 나

이에 따라 상당히 교합력이 감소했다. Ikebe 등<sup>21</sup>은 노화와 일반적인 건강상태가 노인에서 교합력에 어떤 영향을 주는 지에 대해 연구하였다. 60세 이상의 850명을 대상으로 최대교합력을 측정하였다. 실험결과 교합력은 나이와 통계적으로 유의하지만 약한 상관관계를 나타내었다. 일반적으로 노화로 인한 신체의 기능저하를 교합력 감소의 원인으로 생각할 수 있다. 하지만 치아 상실은 신체적인 노화가 아니라 병적인 노화과정이기 때문에 교합력 감소를 자연적인 노화현상이라고 판단할 수는 없다.

나이에 따른 교합력의 영향을 살펴본 결과 태어나서부터 50세 정도까지는 상관관계를 가지지만 그 이후에는 치아 관리 여부에 따라 상관성이 약해짐을 알 수 있었다.

### 3. 치주 조직

거상근에 의해 발생하는 하중은 치근막의 기계 수용체에 의해 조절된다.<sup>22</sup> 치주질환은 치근막 기계 수용체의 역치 수준을 감소시키게 된다.<sup>23</sup> 이러한 상황이 교합력 감소에 영향을 준다.<sup>24</sup>

Alkan 등<sup>24</sup>은 만성치주염 환자의 교합력을 정상 그룹과 비교하는 실험을 시행하였다. 첫 치주치료를 완료한 20명의 만성 치주염 환자와 건강한 치주를 갖는 20명을 대상으로 실험하였다. 실험결과 만성치주염 환자군에서 교합력과 교합면 접촉면적이 정상 그룹보다 상당히 작게 측정되었다. 따라서 치주염이 교합력에 부정적인 영향을 준다는 것을 알 수 있었다. Takeuchi와 Yamamoto<sup>23</sup>은 치주치료의 유지단계에 있는 만성치주염 환자를 대상으로 치주적 상태와 교합력 간의 관계를 조사하였다. 198명의 치주치료의 유지단계에 있고 만성치주염으로 진단 받은 환자를 대상으로 치주낭 탐침 깊이, 임상적 부착 소실, 탐침시 출혈, 치아 동요도 등을 조사하였다. 실험결과 평균 임상적 부착 소실이 증가할수록 교합력과 교합면 접촉면적이 감소하는 경향을 보였고 교합압이 서서히 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 현상이 발생하는 원인으로 치주염 진행 과정에서 감소된 치주인대로 인해 말초신경기전이 손상되어 면적당 받는 힘이 증가한 것으로 생각된다.

### 4. 측두하악장애

측두하악장애는 종종 턱관절과 근육의 통증, 제한된 개구, 관절음과 염발음의 가장 일반적인 징후와 증상에 따라 정의되어 왔다.<sup>25</sup> 특히 측두하악근육과 저작근육에 관계된 통증이나 저작계의 기능적, 구조적 문제와 관련된 징후와 증상을 말한다.<sup>26</sup> 측두하악장애의 병인은 다인자성인 것으로 알려져 있다.<sup>8</sup> 교합력 측정을 통해 측두하악장애를 가진 환자의 교합 기능을 이해하는데 도움이 될 수 있다.<sup>26</sup>

Pizolata 등<sup>25</sup>은 턱관절 질환과 이갈이가 있는 환자에서 최대교합력을 측정하였다. 38명의 실험자를 턱관절 질환과 이갈이가 있는 19명과 대조군 19명으로 나누었다. 실험결과 턱관절 질환과 이갈이가 있는 여성이 다른 그룹보다 낮은 교합력이 관찰되었다. 턱관절 질환과 이갈이가 있는 남성에서는 교합력이 정상 그룹보다는 낮게 측정되었으나 통계적인 차이는 관찰되지 않았다. Hansdotir와 Bakke<sup>27</sup>는 턱관절 통증이 교합력에 어떤 영향을 주는 지에 대해 연구하였다. 턱관절 질환이 있는 20명의 여성과 건강한 여성 20명을 대상으로 압력통각 역치, 최대 개구량, 교합력 등을 측정하여 비교하였다. 실험결과 턱관절 질환이 있는 여성에서 건강한 여성보다 유의하게 교합력이 낮게 측정되었다. Bakke와 Hansdotir<sup>28</sup>는 턱관절 질환이 있는 20명의 여성과 대조군 20명의 여성을 대상으로 3년간의 후속연구를 진행하였다. 일반적인 턱관절 치료 3년 후 최대교합력 측정결과 최초 측정시보다 상당히 증가된 것을 관찰할 수 있었다. 이것은 턱관절 통증의 감소가 환자의 기능회복에 영향을 주었을 것이라고 생각된다. Pereira-Cenci 등<sup>29</sup>은 혼합치열기, 영구치열기에 있는 6 - 18세의 101명의 학생을 대상으로 턱관절 질환의 증상과 교합력의 관계를 평가하였다. 실험결과 턱관절 질환을 갖고 있는 영구치열기의 여학생에서 교합력 감소가 나타났고 이것을 통해 턱관절 근육통증이 교합력 약화를 가져오는 것으로 생각된다.

위의 연구결과와는 대조적으로 Pereira 등<sup>30</sup>은 40명의 건강한 성인을 대상으로 성별과, 턱관절 질환의 유무에 따라 4그룹으로 나누어 최대교합력을 측정하였다. 실험결과 턱관절질환이 있는 그룹과 대조군에서 최대교합력의 차이는 발견되지 않았다. 이 실험에서는 턱관절 질환이 교합력에 영향이 없다고 결론내었다. Hotta 등<sup>31</sup>은 총의치를 사용하는 여성 환자들을 대상으로 턱관절 질환

의 유무에 따라 최대교합력을 측정하였다. 턱관절 질환이 있는 9명과 대조군 9명을 대상으로 하였다. 실험결과 턱관절 질환이 있는 그룹에서 평균교합력이 작게 측정되었지만 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

위의 연구를 살펴보면 측두하악장애의 유무가 교합력에 상이한 영향을 주는 것을 알 수 있다. 교합력에 영향을 준 연구에서는 특히 남성보다 여성의 교합력 감소가 관찰되었다. 이것은 남성의 경우 동통 역치와 내성이 높아 측두하악장애가 있는 경우에도 교합력 감소에 영향을 주지 못하지만 여성의 경우 동통 역치와 내성이 낮고 턱관절 근육의 장기적인 저활동으로 인해 교합력의 감소로 이어졌을 것이라고 생각된다.<sup>25</sup> 측두하악장애의 교합력에 대한 영향이 명확하지 않으므로 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것이다.

### 5. 치아 상태

치아의 수와 위치, 치아의 상태는 교합력을 평가하는 중요한 요인이다.<sup>32</sup> 최대 교합력은 치아의 수와 양의 상관관계를 보이며 치아간의 접촉수가 최대 교합력에 영향을 미치는 중요한 인자로 생각된다.<sup>5</sup>

Al-Zarea<sup>3</sup>는 한 악궁에서 한쪽에는 고정성 국소 의치를 갖고 있고 반대쪽에는 정상 치열인 85명의 지원자(남자 43명, 여자 42명)를 대상으로 최대교합력을 측정하였다. 그 결과 정상치열( $596.2 \pm 76.3$  N)에서 고정성 국소 의치 부위( $580.9 \pm 74.3$  N)보다 통계적으로 유의하게 교합력이 높게 측정되었다. Boric 등<sup>33</sup>은 지역 토착민과 토착민이 아닌 100명을 대상으로 새로운 총의치를 장착하였을 때 최대교합력을 비교하였다. 그 결과 지역 토착민이 토착민이 아닌 피험자보다 최대교합력이 높게 측정되었으며 새로운 총의치 장착 1달 후의 교합력이 장착한 당일의 교합력보다 높게 측정되었다. 이것은 새로운 보철물의 적응기간이 필요함을 나타낸다. Tripathi 등<sup>12</sup>은 80명의 무치악 피험자와 80명의 유치악 피험자를 대상으로 최대교합력을 비교하였다. 실험 결과 유치악 피험자(13.9 kg)가 무치악 피험자(2.4 kg) 보다 높게 교합력이 측정되었다. Al-Omiri 등<sup>34</sup>은 동일한 피험자에서 자연치열과 임플란트 지지형 고정성 보철물의 교합력을 비교하였다. 40명의 피험자를 대상으로 실험한 결과 자연치열의 교합력(595.1 N)이 임플란트 지지형 고정성 보철물의 교합력(577.9 N)보다 유의하게 높게 측정되었다. Rismanchian 등<sup>35</sup>은 총의치를 사용하는 환자와 상악

에는 총의치를 사용하고 하악에는 임플란트지지형 피개의치를 사용하는 환자를 대상으로 최대교합력을 측정하였다. 75명의 45 - 65세의 환자를 3가지 그룹으로 나누었다. 첫 번째는 총의치를 6개월 사용한 그룹, 두 번째는 총의치를 10년정도 사용한 그룹, 세 번째는 상악에는 총의치를 사용하고 하악에는 임플란트 지지형 피개의치를 사용하는 그룹이었다. 실험결과 첫 번째 그룹은  $5.65 \pm 1.46$  kgf, 두 번째 그룹은  $7.01 \pm 2.1$  kgf, 세 번째 그룹은  $12.22 \pm 27$  kgf로 측정되었다. 최대교합력은 하악에서 임플란트 지지형 피개의치를 사용한 그룹이 가장 높게 측정되었다. Miyaura 등<sup>36</sup>은 구치부에서 총의치, 국소의치, 고정성 국소의치, 자연치열인 환자에서 교합력을 측정하여 비교하였다. 총 590명의 피험자를 보철물 장착 종류에 따라 4가지 그룹으로 나누었다. 실험결과 자연치열 그룹에서의 교합력을 100%로 봤을 때 각각 고정성 부분의치, 국소의치, 총의치 그룹에서 80, 35, 11%로 측정되었다. 또한 총의치 그룹에서는 고정성 부분의치, 국소의치 그룹보다 높은 교합압이 관찰되었다.

## 결론

앞으로의 치의학은 많은 디지털 분야에 영향을 받아 발전할 것이다. 교합력 측정분야도 여러 디지털 분야 중에 하나에 속한다. 교합력 측정장치를 통해 환자의 교합력을 측정하여 보철물의 수명을 예측할 수 있을 것이며 환자마다 최적의 교합을 구성하여 환자 맞춤형 치료가 가능해 질 것이다. 이러한 교합측정 장치 개발을 위해서 본 논문에서 알아본 여러 가지 요인을 고려해야 할 것이다. 논문에서는 교합력에 영향을 주는 요인으로 얼굴형태, 나이, 성별, 치주질환, 측두하악장애, 치아 상태에 대해 알아보았다. 얼굴형태의 경우 방형이 다른 얼굴 형태보다 교합력이 높게 측정되었으며 나이에 경우 20세까지는 증가하며 40 - 50세까지는 일정하게 유지되다가 감소하는 경향을 보였다. 치주질환이 있는 환자그룹에서는 정상 그룹보다 교합력이 작게 측정되었으며 측두하악장애의 경우 교합력과의 관계를 결정하기 위해 추가적인 연구가 필요하다고 생각된다. 치아 상태의 경우 치아의 수에 비례하여 교합력이 높게 측정되었다. 논문에서 알아본 요인을 고려하여 교합력 측정장치가 개발된다면 환자마다 편안한 교합을 구성하는 데 도움이 될 것이다.



## References

- Okeson JP. Management of temporomandibular disorders and occlusion. 6th ed. St. Louis; Elsevier Inc; 2008. p. 1.
- Bakke M. Bite force and occlusion. *Semin Orthod* 2006;12:120-6.
- Al-Zarea BK. Maximum bite force following unilateral fixed prosthetic treatment: a within-subject comparison to the dentate side. *Med Princ Pract* 2015;24:142-6.
- Linderholm H, Wennström A. Isometric bite force and its relation to general muscle force and body build. *Acta Odontol Scand* 1970;28:679-89.
- Lassila V, Holmlund I, Koivumaa KK. Bite force and its correlations in different denture types. *Acta Odontol Scand* 1985;43:127-32.
- Garg AK. Analyzing dental occlusion for implants: Tekscan's TScan III. *Dent Implantol Update* 2007; 18:65-70.
- Shinogaya T, Matsumoto M. Evaluation of prosthodontic treatment by occlusal force distribution: a methodological study. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 1998;6:121-5.
- Koc D, Dogan A, Bek B. Bite force and influential factors on bite force measurements: a literature review. *Eur J Dent* 2010;4:223-32.
- Throckmorton GS, Finn RA, Bell WH. Biomechanics of differences in lower facial height. *Am J Orthod* 1980;77:410-20.
- Shinogaya T, Bakke M, Thomsen CE, Vilmann A, Sodeyama A, Matsumoto M. Effects of ethnicity, gender and age on clenching force and load distribution. *Clin Oral Investig* 2001;5:63-8.
- Tuxen A, Bakke M, Pinholt EM. Comparative data from young men and women on masseter muscle fibres, function and facial morphology. *Arch Oral Biol* 1999;44:509-18.
- Tripathi G, A A P, Rajwadha N, Chhaparia N, Sharma A, Anant M. Comparative evaluation of maximum bite force in dentulous and edentulous individuals with different facial forms. *J Clin Diagn Res* 2014;8:ZC37-40.
- Bonakdarchian M, Askari N, Askari M. Effect of face form on maximal molar bite force with natural dentition. *Arch Oral Biol* 2009;54:201-4.
- Jain V, Mathur VP, Pillai RS, Kalra S. A preliminary study to find out maximum occlusal bite force in Indian individuals. *Indian J Dent Res* 2014;25:325-30.
- Koç D, Doğan A, Bek B. Effect of gender, facial dimensions, body mass index and type of functional occlusion on bite force. *J Appl Oral Sci* 2011;19: 274-9.
- Palinkas M, Nassar MS, Cecílio FA, Siéssere S, Semprini M, Machado-de-Sousa JP, Hallak JE, Regalo SC. Age and gender influence on maximal bite force and masticatory muscles thickness. *Arch Oral Biol* 2010;55:797-802.
- Calderon Pdos S, Kogawa EM, Lauris JR, Conti PC. The influence of gender and bruxism on the human maximum bite force. *J Appl Oral Sci* 2006; 14:448-53.
- Bakke M, Holm B, Jensen BL, Michler L, Möller E. Unilateral, isometric bite force in 8-68-year old women and men related to occlusal factors. *Scand J Dent Res* 1990;98:149-58.
- Roldán SI, Restrepo LG, Isaza JF, Vélez LG, Buschang PH. Are maximum bite forces of subjects 7 to 17 years of age related to malocclusion? *Angle Orthod* 2015 Sep 8.[Epub ahead of print]
- Owais AI, Shaweesh M, Abu Alhaja ES. Maximum occlusal bite force for children in different dentition stages. *Eur J Orthod* 2013;35:427-33.
- Ikebe K, Nokubi T, Morii K, Kashiwagi J, Furuya M. Association of bite force with ageing and occlusal support in older adults. *J Dent* 2005;33:131-7.
- Kleinfelder JW, Ludwigt K. Maximal bite force in patients with reduced periodontal tissue support with and without splinting. *J Periodontol* 2002;73: 1184-7.
- Takeuchi N, Yamamoto T. Correlation between periodontal status and biting force in patients with chronic periodontitis during the maintenance phase of therapy. *J Clin Periodontol* 2008;35:215-20.
- Alkan A, Keskiner I, Arici S, Sato S. The effect of periodontitis on biting abilities. *J Periodontol* 2006;77:1442-5.
- Pizolato RA, Gavião MB, Berretin-Felix G, Sampaio AC, Trindade Junior AS. Maximal bite force

- in young adults with temporomandibular disorders and bruxism. *Braz Oral Res* 2007;21:278-83.
26. Kogawa EM, Calderon PS, Laurus JR, Araujo CR, Conti PC. Evaluation of maximal bite force in temporomandibular disorders patients. *J Oral Rehabil* 2006;33:559-65.
  27. Hansdottir 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.
  28. Bakke M, Hansdottir R. Mandibular function in patients with temporomandibular joint pain: a 3-year follow-up. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;106:227-34.
  29. Pereira-Cenci T, Pereira LJ, Cenci MS, Bonachela WC, Del Bel Cury AA. Maximal bite force and its association with temporomandibular disorders. *Braz Dent J* 2007;18:65-8.
  30. Pereira LJ, Pastore MG, Bonjardim LR, Castelo PM, Gavião MB. Molar bite force and its correlation with signs of temporomandibular dysfunction in mixed and permanent dentition. *J Oral Rehabil* 2007;34:759-66.
  31. Hotta PT, Hotta TH, Bataglioni C, Pavão RF, Siéssere S, Regalo SC. Bite force in temporomandibular dysfunction (TMD) and healthy complete denture wearers. *Braz Dent J* 2008;19:354-7.
  32. Zivko-Babić J, Pandurić J, Jerolimov V, Mioc M, Pizeta L, Jakovac M. Bite force in subjects with complete dentition. *Coll Antropol* 2002;26:293-302.
  33. Borie E, Orsi IA, Fuentes R, Beltrán V, Navarro P, Pareja F, Raimundo LB. Maximum bite force in elderly indigenous and non-indigenous denture wearers. *Acta Odontol Latinoam* 2014;27:115-9.
  34. AL-Omiri MK, Sghaireen MG, Alhijawi MM, Alzoubi IA, Lynch CD, Lynch E. Maximum bite force following unilateral implant supported prosthetic treatment: within subject comparison to opposite dentate side. *J Oral Rehabil* 2014;41:624-9.
  35. Rismanchian M, Bajoghli F, Mostajeran Z, Fazel A, Eshkevari Ps. Effect of implants on maximum bite force in edentulous patients. *J Oral Implantol* 2009;35:196-200.
  36. Miyaura K, Morita M, Matsuka Y, Yamashita A, Watanabe T. Rehabilitation of biting abilities in patients with different types of dental prostheses. *J Oral Rehabil* 2000;27:1073-6.

## 교합력 측정에 영향을 주는 요인

임지호<sup>1</sup>, 이원섭<sup>2</sup>, 김명주<sup>1</sup>, 임영준<sup>1</sup>, 권호범<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 치의학대학원 치과보철학교실 및 서울대학교 치학연구소

<sup>2</sup>카톨릭대학교 서울성모병원 치과보철학교실

저작은 음식을 잘게 부수어 소화작용이 원활하게 진행될 수 있도록 돕는 행위이다. 이러한 저작계는 상하악골, 악관절, 인대, 치아 및 근육으로 구성된다. 교합력은 이러한 저작계를 평가하는 한 가지 수단이다. 교합력은 얼굴형태, 나이, 성별, 치주질환, 측두하악장애, 치아 상태 등에 의해 영향을 받는다. 최대교합력은 방형(square form)의 얼굴이 높으며 일반적으로 남자가 여성보다 높다. 또한 20세정도까지 증가하며 그 이후부터 40 - 50세까지 거의 일정하게 유지되다가 감소하는 경향을 보인다. 치주질환이 있을 경우 교합력 감소에 영향을 주며 측두하악장애의 경우 교합력의 영향에 논란이 있다. 치아의 상태가 최대교합력에 영향을 미치는 중요한 인자로 생각된다.

(구강회복응용과학지 2016;32(1):1-7)

주요어: 교합력; 교합력 측정장치; 교합력 분석

\*교신저자: 권호범

(03080) 서울특별시 종로구 대학로 101 서울대학교 치의학대학원 치과보철학교실

Tel: 02-2072-0132 | Fax: 02-2072-3860 | E-mail: proskwon@snu.ac.kr

접수일: 2015년 12월 29일 | 수정일: 2016년 3월 6일 | 채택일: 2016년 3월 7일