

스케일링 작업 시 치위생과 학생과
치과위생사의 경추관절 3D 동작 분석이가연¹, 김지희²¹울산과학대학교 치위생학과, ²경남정보대학교 치위생과3D motion analysis of cervical spine joints of dental hygiene students
and dental hygienists during scaling operationKa-Yeon Lee¹, Ji-Hee Kim²¹Department of Dental Hygiene, Ulsan College, Ulsan, ²Department of Dental Hygiene, Kyungnam College of Information & Technology, Busan, Korea**Received:** June 3, 2021
Revised: September 2, 2021
Accepted: September 15, 2021**Corresponding Author:** Ka-Yeon Lee
Department of Dental Hygiene, Ulsan
College, 101 Bongsu-ro Dong-gu, Ulsan
44022, Korea
Tel: +82-52-230-0799
Fax: +82-52-230-0790
E-mail: kaayeen@hanmail.net
https://orcid.org/0000-0001-5815-0245**Objectives:** This study aimed to objectively evaluate factors associated with musculoskeletal disorders by measuring the range of motion of the cervical spine. Using three-dimensional motion analysis, the degree of flexion, lateral flexion and rotation were compared between dental hygiene students and dental hygienists during dental scaling.**Methods:** Muscle activity in the range of motion of the cervical vertebrae was measured in 35 dental hygiene students and 15 dental hygienists while scaling. Data were collected and processed using the biofeedback exercise function of the 2EM (4D-MT, Relive, Gimhae, Korea), an electromyography measuring device. A three-dimensional motion analysis sensor was attached to the subject's right external auditory canal, and the joint angle was measured at 20 Hz.**Results:** Cervical flexion (15°-45°) was measured higher in dental hygienists than in students. Cervical flexion within 15° of the normal range was higher in students than in dental hygienists. For cervical lateral flexion of 15°-45° and >45°, dental hygienists measured higher than students. In contrast, cervical lateral flexion within 15° of the normal range was higher among students than dental hygienists. Cervical rotation (15°-45°) was measured higher in dental hygienists than in students. No dental hygienist's cervical rotation measured over 45°, and more students reached the 45° measurement than dental hygienists.**Conclusions:** Flexion, lateral flexion, and rotation were measured higher in dental hygienists than dental hygiene students. The results indicated that the range of motion of the cervical spine in the two groups exceeded the average scores for normal flexion, lateral flexion, and rotation by more than 15°, thereby increasing the risk of musculoskeletal disorders.**Key Words:** 3D motion analysis, Cervical spine joints, Dental hygienist, Musculoskeletal disorder

서론

치과진료는 구강의 최대 개구 범위 ± 5 cm 내에서 이루어지고 날카롭고 예리한 기구에서부터 고성능 핸드피스나 초음파 진동을 주는 스케일링 기계 등을 사용하는 형태이다.

Ergonomics Awareness Hazard Zone Checklist¹⁾에서 제시한

최소 하루 2시간이상 2lbs이상의 고도의 고정적인 손가락의 힘을 사용하거나 하루 총 2시간 이상 같은 동작을 반복하는 작업, 지지 되지 않은 상태나 임의로 자세를 바꿀 수 없는 조건에서 총 2시간 이상 목의 굽히거나 비튼 상태에서 작업을 할 경우를 부담기준(Caution zone)으로 제정하고 있다. 또한 심각한 경우 하루 4시간 이상 목을 45° 이상 구부린 자세를 위험기준(hazard zone)으로 제정하고 있다. 특히 치과

위생사의 스케일링, 진료협조 동작은 하루 2시간 이상 목이나 허리가 30° 이상 굽힌 상태로 지지되지 않은 상태이거나 자세의 변화 없이 부적절한 작업 자세를 취할 가능성이 높다. 또한 하루 30분 이상 높은 진동 수준의 초음파치석제거기를 사용하는 작업형태를 취하므로 근골격계 질환에 노출되어 있다고 볼 수 있다.

미국 OSHA Ergonomics, WAC 296-62-051²⁾의 인간공학작업 위험 프로그램관리 가이드라인에 의하면 작업 동작과 관련된 목 부위 근골격계 질환의 위험 요인은 목의 굽힘(flexion), 펴기(extension), 몸의 비틀림(twisting)과 굽힘(bending), 정적부하, 진동(Vibration), 반복 작업, 앉아서 작업하는 시간 등으로 치과위생사가 시야확보를 위한 작업 동작도 근골격계에 부담으로 작용하는 위험요인이라 할 수 있다고 한다.

작업 관련 근골격계질환 발병률은 Sartorio 등³⁾의 연구에서 현저히 증가하는 것으로 보고되고 있으며, 특히 보건업 종사자의 어깨, 허리, 목, 무릎에서 주요 통증부위 유병률(NIOSH)이 76.9%로 높게 나타난다고 하였다⁴⁾. 치과의료종사자와 관련한 근골격계 통증 자각증상에 대한 연구는 국내에서 활발하게 연구되고 있고⁵⁻⁷⁾, 근골격계 통증 원인 요인을 인간공학적으로 비디오나 3D 시뮬레이션 동작 분석센서를 이용하여 평가 분석하는 사례 연구도 있다⁸⁻¹⁰⁾. 또한 근골격계 질환 예방 교육에 대한 프로그램이나 통증 완화운동에 관한 연구 사례가 증가되고 있는 추세이다^{11,12)}. 그러나 치과위생사와 치위생과 학생의 작업 동작 자세의 비교나 통증 유발 원인 연구는 곽 등¹³⁾의 연구가 있으나 대체로 자각증상에 관련된 것으로 보다 정확하게 측정된 분석은 미흡한 실정이다.

근골격계 질환은 초기에 증상이 경미하여 심각하지 않은 문제로 인식되고 일상생활에 상당한 영향을 미칠 정도로 발전하게 되면 치료를 해도 잘 낫지 않고 쉽게 재발하는 등 만성화로 진행되는 경우가 많기 때문에¹⁴⁾, 근골격계 질환이 심각한 수준에 이르기 전 사전 예방교육이 이루어져야 한다. 근골격계 질환에 대한 예방교육은 치위생교육과정¹⁵⁾ 작업형태에 따른 표준자세가 명확하게 구분되어 있음에도 불구하고 치과위생사나 치위생과 학생이 목이나 등을 너무 숙인다거나 팔꿈치나 손목을 꺾는 등의 동작을 하고 있다. 실습 중 교육자가 자세를 교정 시켜 줄 수 있으나 실습에 능숙하지 못한 학생들은 시야 확보에

어려움이 있고 숙달 되지 않은 작업 동작 형태와 자세가 근골격계에 통증 원인에 영향을 미칠 수 있다. 기존의 치과의료종사자의 작업 동작 근골격계 질환의 연구는 자각증상 관련 주관적방법이거나, 단면연구 분석방법 등으로 스케일링 작업 시 실제 경추관절 가동 범위를 객관적으로 측정된 연구로 보기 어렵다. 본 연구는 실제로 치위생과 학생과 치과위생사의 스케일링 작업 시 상지의 부위의 경추관절 가동 범위를 측정 비교하여 작업부하 정도를 객관적 지표로 알아 작업 동작 자세의 문제점과 예방법을 마련하고자 한다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 부산지역의 경남정보대학교 치위생과에 재학 중인 3학년 여학생 35명과 대구지역 2개 치과위원의 여자 치과위생사 15명을 대상으로 2019년 6월부터 7월까지 조사하였다. 연구에 참여한 모든 대상자들은 연구의 목적 및 실험방법 대해 충분한 설명을 제공 받았고, 자발적으로 실험참여에 동의하였다.

대상자를 윤리적으로 보호하기 위해 울산과학기술대학교 기관생명윤리위원회의 승인을 받아 진행하였다(IRB No: UC-2018005).

2. 연구방법

치위생과 학생 35명과 치과위생사 15명의 학생을 측정 대상으로 하였으며 대상자 수의 차이는 학생의 부자연스러운 스케일링 작업 동작으로 인한 변수를 고려하여 평균값의 정확도를 높이기 위해 두 배수로 측정하였다.

스케일링 작업 시 경추관절 가동 범위의 근 활성도를 측정하기 위해 근전도 측정 장비인 2EM (4D-MT, Relive, Gimhae, Korea)에서 제공하는 바이오피드백 운동기능을 사용하여 자료를 수집, 처리 하였다. 대상자의 오른쪽 외이도에 3D 동작 분석 센서(Attaching 3D motion analysis sense)를 부착하고, 중립 위 앉은 자세로 측정하였다. 관절 각도는 20 Hz로 측정하였고 몸은 중립 위에서 시작하여 스케일링 작업시작 후 1분 동안은 자료의 보정을 위해 분석에 사용하지 않고 1분 후부터 4분간 측정하였다. 대상자 모두 같은 방향으로 작업을 시작

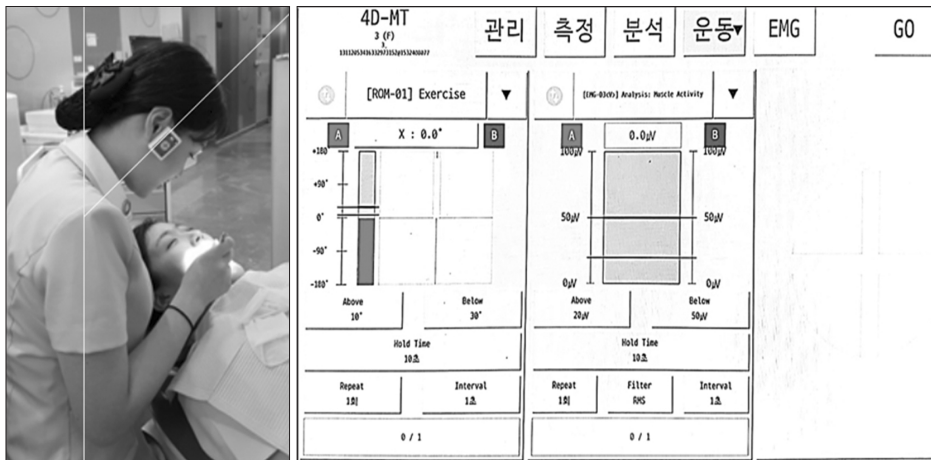


Fig. 1. Attaching 3D motion analysis sense, Biofeedback monitor display.

하였고 움직임의 방향은 절대 값으로 처리하였으며 움직임의 양은 정량적으로 분석하였다.

경추 중립 위(neutral neck position)의 바람직한 표준자세 0-15° 기준, 잘못된 자세 15°-45°, 45°이상으로 구분¹⁵⁾하였으며 미국 노동산업국(State Dept. of labor and Industries)에서 개발한 OSHA ergonomics, WAC 296-62-051 caution zone²⁾ 경추부위의 위험 요인 기준에 의한 경추관절(cervical spine joint) 가동 범위인 굴곡(flexion), 측굴(lateral flexion), 회전(rotation) 범위를 실시간 3D 동작을 분석하였다(Fig. 1).

3. 자료분석

자료 분석은 SPSS (Ver 18.0, Chicago, Illinois, USA) 프로그램을 이용하여 치위생과 학생 35명, 치과위생사 15명으로 50명을 최종 분석하였다. 스케일링 시 치위생과 학생과 치과위생사의 굴곡, 측굴, 회전 정도의 차이를 카이제곱검정과 평균 분석하였다.

연구 성적

1. 치위생과 학생, 치과위생사의 스케일링 시 굴곡(flexion) 측정 비교

3D 동작분석 센스 부착 후 스케일링 시 경추관절 가동 범위 굴곡(flexion) 측정 결과 15°이내 치과위생사는 26.7%로 낮은 반면 치위생과 학생은 48.6%로 높았다. 15°-45°는 치과위생사가 66.7%로 높았고, 치위생과 학생도 42.9%로 높았다. 45°을 초과하는 경우도 치위생

과 학생은 8.6%, 치과위생사 6.7%로 전체 굴곡 상태가 높았다(Table 1).

2. 치위생과 학생, 치과위생사의 스케일링 시 측굴(lateral flexion) 측정 비교

3D 동작분석 센스 부착 후 스케일링 시 경추관절 가동 범위 측굴(lateral flexion) 측정 결과 15°이내 치위생과 학생은 22.9%, 치과위생사는 6.7%로 치위생과 학생 보다 낮았다. 15°-45°는 치과위생사가 73.3%로 높았고, 치위생과 학생도 60.0%로 높았다. 45°을 초과하는 경우 치과위생사는 20.8%, 치위생과 학생은 18.0%로 전체적으로 측굴 상태가 높았다(Table 2).

3. 치위생과 학생, 치과위생사의 스케일링 시 회전(rotation) 측정 비교

3D 동작분석 센스 부착 후 스케일링 시 경추관절 가동 범위 회전(rotation) 측정 결과, 15°이내 치위생과 학생은 34.3%, 치과위생사는 33.3%로 유사하였다. 15°-45°는 치과위생사가 66.7%로 높았고, 치위생과 학생도 40.0%로 높았다. 45°을 초과하는 경우 치과위생사는 없었고, 치위생과 학생은 25.7%로 회전 상태가 높았다(Table 3).

4. 치위생과 학생, 치과위생사의 스케일링 시 경추관절 각도 비교

3D 동작분석 센스 부착 후 스케일링 시 경추관절 각도 측정 결과, 굴곡(flexion) 상태 평균 점수는 치위생과 학생 19.9점, 치과위생사가 19.5점으로 유사한 결과를 보였고, 측굴(lateral flexion) 상태 평

Table 1. Cervical joint flexion range when scaling

Person (%)

| Variables | Flexion | | | χ^2 (p) |
|--------------------------|-----------|-----------|------------------|---------------|
| | 0-15° | 15-45° | 45° Greater than | |
| Dental hygienist | 4 (26.7) | 10 (66.7) | 1 (6.7) | 2.438 (0.296) |
| Dental hygienist student | 17 (48.6) | 15 (42.9) | 3 (8.6) | |
| Total | 21 (42.0) | 25 (50.0) | 4 (8.0) | |

Table 2. Cervical joint lateral flexion range when scaling

Person (%)

| Variables | Lateral flexion | | | χ^2 (p) |
|--------------------------|-----------------|-----------|------------------|---------------|
| | 0-15° | 15-45° | 45° Greater than | |
| Dental hygienist | 1 (6.7) | 11 (73.3) | 3 (20.0) | 1.868 (0.393) |
| Dental hygienist student | 8 (22.9) | 21 (60.0) | 9 (18.0) | |
| Total | 9 (18.0) | 32 (64.0) | 9 (18.0) | |

Table 3. Cervical joint rotation range when scaling

Person (%)

| Variables | Rotation | | | χ^2 (p) |
|--------------------------|-----------|-----------|------------------|---------------|
| | 0-15° | 15-45° | 45° Greater than | |
| Dental hygienist | 5 (33.3) | 10 (66.7) | 0 (0) | 5.415 (0.067) |
| Dental hygienist student | 12 (34.3) | 14 (40.0) | 9 (25.7) | |
| Total | 17 (34.0) | 24 (48.0) | 9 (18.0) | |

균은 치과위생사가 33.7점으로 치위생과 학생 27.3점 보다 높았으나 유의미한 차이는 없었다. 회전(rotation) 상태 평균은 치위생과 학생이 32.5점으로 치과위생사 21.1점 보다 높아 유의미한 차이를 보였다 (Table 4).

고 안

치과위생사가 앉아서 시술할 때 척추의 만곡(curve)을 자연스럽게 유지하는 중립척추 위(neutral spine position)를 취하는 것이 좋은 자세이고, 경추 중립 위(neutral neck position)의 바른 자세는 머리를 0°-15°로 숙여 시술부위를 바라보는 술자의 시선이 수직에 가까운 것이 올바른 자세로 규정하고 있다¹⁵. 스케일링 작업동작 시 장시간 불량한 자세로 진료에 임하게 되면 경추 주변 승모근(trapezius)에 긴장성 수축이 유발 될 수 있고¹⁶, 시야 확보를 위해 과도하게 경추관절을 반복적으로 움직이거나 고정시키는 등의 무리한 힘은 작업자의 근육과 건의 염증변화를 유발시켜 통증과 기능 장애를 일으켜 근골격계 질환의 원인이 될 수 있다고 하였다¹⁷. 이에 본 연구는 두 그룹의 스케일링 작업 시 경추관절 가동 범위인 굴곡(flexion), 측굴(lateral flexion), 회전(rotation)을 3D 동작 분석법으로 근골격계에 위험을 주는 요인을 보다 객관적으로 평가하고자 하였다.

경추 관절 가동 범위 측정 결과 학생이 굴곡과 측굴 정상범위 15° 이내에 포함되는 정도가 치과위생사에 비해 높게 나타났으나, 근골격계 질환의 원인 요인이 되는 15°-45° 범위에서는 치과위생사가 학생보다 높은 결과를 보였다. 이는 이 등¹⁸이 연구한 치과위생사의 스케일링 작업 동작을 비디오 분석 결과 경추 부위가 15° 이내 굴곡 각도를 유지하는 경우가 거의 없었다는 것과 같은 결과로 실제 경추관절 각도가 높다는 것을 알 수 있다.

유 등¹⁸은 치과위생사의 경우 머리를 최대한로 굽힐 때와 머리를 앞으로 15° 정도 숙인 상태에서 귀가 어깨에 닿을 정도로 고개를 최대한로 숙일 때 목의 불편함이나 통증이 뚜렷하게 나타난다고 하였다. 박 등¹⁹은 치과위생사가 머리를 15° 이상 굽히거나 돌릴 때 62%가 경추 통증을 유발 한다고 하였고, 김 등²⁰은 머리를 15° 이상 숙이거나 돌릴 때, 양쪽 어깨가 기울어져 있을 때 통증이 나타난다고 하였다. 또한 이 등⁹은 두 자세를 모두 취할 경우 경추 부위와 연결되는 등과 어깨까지도 영향을 미치게 되므로 되도록 표준자세에서 범위를 권장하고 있다.

오 등²¹은 치과위생사가 스케일링 작업 시 position별 점수 결과 술자의 7시 방향에서의 각도가 높았다고 한다. 7시 방향일 때 치과위생사가 환자의 구강과 가깝게 접근하기 위해 몸을 앞으로 굴곡(flexion)하고 우측으로 측굴(lateral flexion)하기 때문이다. 이 등²²의 주

관적 연구 평가에서도 치과위생사의 진료자세가 목, 어깨, 팔 상부의 동작 각도가 60% 이상이 기준에서 벗어난 불량한 상태가 많았던 부분도 환자와의 근접 작업으로 인한 과도한 경추관절 가동 범위 변경으로 나타나는 결과이다. 실제로 치위생과 학생, 치과보조사, 치과위생사의 자가 증상 위험과 의사의 진단 결과와는 상당한 차이가 있고 경추관절 질환 진단결과는 실제로는 스스로 평가하는 것 보다 실측으로 평가한 결과가 훨씬 더 심각하다는 연구결과가 있다¹⁶. Horton 등²³의 치위생과 학생을 대상으로 한 비디오 촬영 연구에서도 목 굴곡각도 35°, 등 굴곡각도 20°로 심각한 상태로 진료자세가 측정되었다. 결과적으로 굴곡과 측굴에 대한 가이드 라인교육이 학생보다는 치과위생사가 더 필요하다는 것을 알 수 있었다.

두 그룹 회전(rotation) 측정 비교 결과 15°-45°에서는 치과위생사가 높은 것에 비해 45°를 초과하는 치과위생사는 한명도 없었다. 그에 반해 학생은 45°를 초과하는 것으로 25.7%의 결과를 보였다. 두 그룹의 굴곡(flexion), 측굴(lateral flexion), 회전(rotation)을 측정한 결과 미국 OSHA 가이드라인에서 제시한 근골격계에 영향을 주는 15° 이상을 초과하는 것으로 측정 되었으며 특히 치과위생사는 15°-45°에서 학생에 비해 굴곡과 측굴, 회전정도가 높았다.

치위생과 학생은 전문 치과위생사가 되기 위한 과정으로 스케일링 실습을 하며 치주 수동기구와 초음파 진동기계를 사용하여 구강 내에 치석을 제거하는 등 전문적인 제거방법을 습득하는 교육과정을 거친다. 또한 치위생과 학생의 교과서나 매뉴얼 등에서 제시되는 치과위생사 표준진료 자세로 머리 전방 굴곡은 15°이내로 20°를 넘지 말도록 권고하고 있다. 학생은 치과위생사가 되기 전 작업 자세의 중요성과 근골격계 질환의 위험성에 대한 예방 교육이 이루어지고 있으나 잘못된 고정된 작업 자세는 잘 교정되고 않는다. 임상 상의 숙련된 치과위생사에 대한 지속적인 예방 교육과 자세교정만이 근골격계 증상을 감소시키는 방법이다.

본 연구는 지금껏 2D 동작분석으로 측정한 단면측정 아닌 3D 동작분석으로 여러 방향으로 정확하게 측정이 되었다는 것이 중요한 점이다. 그러나 두 그룹간의 임상경력에 따른 인구나사회학적 요인을 배제하고 작업동작만 측정한 것에 대한 한계점을 보완하여 추후 보다 정확한 근골격계에 영향을 주는 치과위생사의 작업강도를 측정 연구하고자 한다. 또한 경추관절 3D 동작분석을 스케일링에 국한되어 있지 않고 무리한 힘을 요구하는 진료협조 동작연구와 치위생과 학생이나 치과위생사의 근골격계 질환에 영향을 주는 위해 요인을 완화하는 방법이나 보조기계, 장비 등을 이용한 방법으로 개선해보는 것으로 후속연구를 제안한다.

Table 4. Cervical spine angle comparison when scaling

| Variable | Flexion | | Lateral flexion | | Rotation | |
|--------------------------|-----------|-------------|-----------------|--------------|-----------|----------------|
| | M±SD | T (P) | M±SD | T (P) | M±SD | T (P) |
| Dental hygienist | 19.9±12.6 | .056 (.136) | 33.7±11.7 | 1.178 (.064) | 21.1±13.0 | -1.291 (.039)* |
| Dental hygienist student | 19.5±20.8 | | 27.3±19.7 | | 32.5±32.6 | |

*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001.

결론

치위생과 학생과 치과위생사가 스케일링 작업동작 시 3D 동작 분석 센서를 부착한 후 경추(cervical spine) 관절 가동 범위(range of motion)를 굴곡(flexion), 측굴(lateral flexion), 회전(rotation)을 측정한 결과이다.

경추 관절 가동 범위 측정 결과 학생이 굴곡과 측굴, 회전의 정상 범위 15° 이내에 포함되는 정도가 치과위생사에 비해 높게 나타났으나, 근골격계 질환의 원인 요인이 되는 15°-45° 범위에서는 치과위생사가 학생보다 높은 측정 결과를 나타내었다. 즉 굴곡(flexion), 측굴(lateral flexion), 회전(rotation)은 치위생과 학생보다 치과위생사가 높은 것으로 측정되었다. 그러나 두 그룹의 경추관절 가동 범위는 굴곡, 측굴, 회전 상태 평균 점수는 근골격계 질환에 영향을 미치는 각도 15° 이상을 초과하는 결론을 얻었다.

ORCID

Ji-Hee Kim, <https://orcid.org/0000-0002-3793-8233>

References

- Ergonomics Awareness Hazard Zone Checklist (<http://www.haylor.com/wp-content/uploads/2018/02/Ergonomics-Awareness-Hazard-Zone-Checklist-English.pdf>).
- U.S. Department of Labor. Ergonomics Enforcement & Inspections. [cited 2013 Mar 01]. Available from: <http://leg.wa.gov/WAC/i°OS-HAErgonomics.WAC296-62-051>.
- Sartorio F, Vercelli S, Ferriero G, D'Angelo F, Migliario M, Franchignoni M. Work-related musculoskeletal diseases in dental professionals. 1. Prevalence and risk factors. *G Ital Med Lav Ergon* 2005;27:165-69.
- Kim CH, Lee MH, Moon MG. Analysis of characteristics of musculoskeletal disorders by various occupations and industries. *J Ergon Soc Korea* 2009;11:20-27.
- Kim JH, Kim HJ. A Study on the Musculoskeletal Pain Experience of Dental Hygienist's Treatment Postur. *J Dent Hyg Sci* 2009;9:413-418.
- Han JH, Kim J, Nam SH, Kim CH. A Correlation between the Perceived Symptom of Musculoskeletal Diseases and Psychosocial Factors of Dental Professionals in C Region. *J Dent Hyg Sci* 2010;10:279-286.
- Shim HJ. Convergence Relationship between Scaling Work Posture and Symptoms of Musculoskeletal Disorders in Dental Hygienists. *J Korea Convergence Society* 2018;9:117-126.
- Kwon HJ. Analysis of work postures of dental hygienists by video recording and their implications to WMSD symptom prevalence. *J Korean Acad Dent Hyg* 2004;6:1-10.
- Lee KY, Chun JH. Assessment of risk factors for work-related musculoskeletal disorders of the neck in dental hygienists using video recording. *J Korean Acad Oral Health* 2017;41:255-261.
- Roh HL, Park HS, KIM J. Ergonomic Evaluation of the Care Attitude of the Dentist. *J Korean Acad Adv Gen Dent* 2015;4:1-4.
- Kim MJ, Jung YJ. A Preliminary Study of IMU based Motion Analysis to Prevent Musculoskeletal Diseases for Dental Hygienist. *J Korean Soc Oral Health Sci* 2020;8:52-58.
- Jung YS, Kim HW. Influence of posture variation after education program for preventing musculoskeletal disorders during oral prophylaxis practice of dental hygiene students. *JKSOEH* 2008;18:141-148.
- Kwag JS, Jang SH. A Study on the Relation between Treatment posture and Musculoskeletal disorders Between Dental hygienist and Dental hygiene student some areas. *J Korean Soc Dent Hyg* 2007;7:381-393.
- Han BS. Work-related musculoskeletal symptoms and analysis of related factors. [dissertation] Seoul:Ewha Womans University;2006. [Korean].
- Chung WK. Section 2 Ergonomic risk factors related to the use of periodontal appliances. In: Jill S. Nield-Gehrig. *Fundamentals of Periodontal Instrumentation & Advanced Root Instrumentation*. 5th ed. Seoul:Daehan Narae;2006:14-21.
- Morse T, Bruneau H, Michalak-Turcotte C, Sanders M, Warren N, Dussetschleger J, et al. Musculoskeletal disorders of the neck and shoulder in dental hygienists and dental hygiene students. *J Dent Hyg* 2007;81:1-16.
- Konz SA, Johnson S. *Work Design: Industrial Ergonomics*. 5th ed. USA:Holcomb Hathaway;2000:241-255.
- Yu JH, Jeong SC. A Study of the Musculoskeletal Disorders Among Dentists. *J Acad Cranial Disorders* 1994;6:103-115.
- Park SR, Shim YS, Jung SH. Original Article : Dental hygienists work-related musculoskeletal symptoms and factor analysis. *J Korean Soc Dent Hyg* 2012;12:685-693.
- Kim JH, Kim HJ. A Study on the Musculoskeletal Pain Experience of Dental Hygienist's Treatment Postur. *J Dent Hyg Sci* 2009;9:413-418.
- Oh NR, Kim HK, Jeong MAe. Evaluation of the Ergonomic Method and Musculoskeletal Symptoms in Dental Hygienist. *Jour. of KoCon*. a 2012;12:234-243.
- Lee KY, Chun JA. Experiences of the specified symptoms from the selected work-related musculoskeletal syndrome(WMSD) and posture and action of the dental hygienists when patient care procedure. *Int J Clin Prev Dent* 2018;14:235-240.
- Horton SJ, Johnstone CL, Hutchinson CM, Taylor PA, Wade KJ. Clinical working postures of bachelor of oral health students. *N Z Dent J* 2011;107:74-78.