

치위생 작업 수행 시 치료 자세에 따른 근육활동과 움직임

김다혜¹ · 김태훈^{2‡}

¹동서대학교 치위생학과, ^{2‡}동서대학교 작업치료학과

Muscle Activity and Range of Motion According to Operating Posture at Dental Hygiene Work

Kim Dahye, BSDH, Ph.D¹ · Kim Taehoon, OT, Ph.D^{2‡}

¹*Dept. of Dental Hygiene, Dongseo University*

^{2‡}*Dept. of Occupational Therapy, Dongseo University*

Abstract

Purpose : Recommended posture according to the location of operating teeth have been standardized in dental clinic to prevent musculoskeletal disorder. However, clinicians do not comply with this rule in many cases. This study investigated the effects of operating posture on cranio-cervical range of motion (CROM) and muscles activity of neck and upper extremity.

Methods : Sixteen healthy dental hygiene students were participated. During operating posture (3 recommended and 3 experimental postures which were set front, side, back, respectively), CROM in the fronal and sagittal plane were measured by Cervical Range of Motion Instrument and muscle activities of Sternocleidomastoid, upper trapezius, middle deltoid, extensor carpi radialis, brachioradialis, and abductor pollicis brevis were measured by Pocket EMG system.

Result : CROM were significantly decreased in recommended posture in comparison with experimental posture ($p < .05$). In addition, muscle activity of middle deltoid was significantly decreased in recommended front posture. Moreover, brachioradialis and extensor carpi radialis showed the same result in recommended back posture ($p < .05$).

Conclusion : Recommended posture is close to neutral posture and to reduce muscle fatigue and overuse, which may considered as a preventing musculoskeletal disorder and partially explain its efficacy in dental clinic.

Key Words : dental hygiene, occupational analysis, postural mechanism, electromyography

‡교신저자 :

김태훈 context@dongseo.ac.kr

I. 서론

근골격계 장애는 다양한 직종에서 업무와 관련한 지장을 초래하는 원인이 된다(Alghadir 등, 2015). 치과위생사를 포함한 치과진료 인력은 구강이라는 매우 작은 공간에서 세밀한 작업을 반복적으로 수행하기 위하여 오랫동안 부자연스럽고 정적인 자세를 취하게 된다(심수현, 2016). 따라서 작업관련성 근골격계 이상의 위험에 노출될 가능성이 높으며, 전체 종사자의 64-93 %까지 영향을 미치는 것으로 보고되었다(Puriene 등, 2007; Puriene 등, 2008). 이러한 경우 생산성의 감소뿐만 아니라 직업의 조기은퇴로 이어지는 경우가 많아 그동안 이를 감소시키기 위한 다양한 방법이 제시되어 왔다(Crawford 등, 2005; Leggat 등, 2007; Pencek, 2007).

치과 진료의 효율성 향상과 의료진의 근골격계 이상 방지를 위하여 시술자는 대상자의 머리를 중심으로 시술 위치를 결정하는 ‘시계 위치(clock position)’를 따라야 하며, 각 신체부위의 ‘중립 자세(neutral posture)’를 유지해야 한다(정원균 등, 2013). 중립 자세는 허벅지와 아래팔이 바닥에 평행하고, 종아리와 위팔은 수직이 되게 하여 엉덩관절과 무릎관절, 팔꿈관절이 90°를 유지하는 자세이다(Maillet 등, 2008). 또한 목, 등, 몸통, 어깨, 위팔, 아래팔, 손 등 각 부위마다 허용 가능한 범위 내에서 움직일 것을 권장한다. 시술자가 앉은 자세에서 시술 부위별로 올바른 시계 위치를 설정하면 시술자의 중립 자세 유지가 수월해지고, 시술 부위의 시야가 좋아진다. 중립 자세의 유지는 시술자의 피로도와 신체 손상을 감소시키고(Darby와 Walsh, 2010), 이러한 중립 자세에서 벗어난 부적절한 자세는 손목과 손, 목과 어깨, 허리 등에 근골격계 장애를 유발하며 그 증상에 악영향을 미친다(No & Roh, 2013).

그러나 실제 임상에서는 번거롭다는 이유로 시계 위치를 준수하지 않는 경우가 허다하고, 부적절한 자세를 취하는 경우가 빈번히 발생하고 있다. 지금까지 근골격계 질환의 유병률과 관련 요인에 관한 설문 연구는 다양하게 진행되었으나(김지희와 김혜진, 2009; 박정란과 박재용, 2007; 이소영 등, 2011), 각 치아 부위에 따른 시계위치의 설정이 인체에 어떠한 영향을 미치며, 권장되지 않는 위치와 자세에서 작업을 수행할 경우 신체 부위에 어떠한 무

리가 가해지는지에 대한 정량적인 연구는 부족한 실정이다. 일부 연구에서는 통증 유무에 따른 스켈링 시의 근활성도를 비교하거나(남건우와 하미숙, 2012), 작업 자세에 따른 근활성도를 비교 분석하였다(전은숙 등, 2012). 또한 손 고정의 위치에 따른 근활성도를 측정하거나(Cosaboom-FitzSimons 등, 2008), 시계위치가 골반의 각도와 허리근육에 미치는 영향의 정도를 분석한 연구도 시행되었다(Howarth 등, 2016). 그러나 시계위치 설정에 따른 관련 부위 근육들의 활성 정도와 척추의 운동범위 변화 양상을 함께 분석한 사례는 없다.

따라서 본 연구는 치위생 작업 수행 시 치료 자세가 목의 움직임 범위와 목과 상지 근육의 근활성도에 미치는 영향을 파악하여, 근골격계 질환 예방교육을 위한 근거 자료로 활용하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상 및 기간

연구 기간은 2016년 6월 1일부터 동월 15일까지 치위생 전공 여학생 16명을 대상으로 하였다. 대상자의 연령은 20.87±0.74세, 신장은 162.53±3.85 cm, 체중은 52.67±5.72 kg이었다. 모든 대상자들에게 연구 목적을 충분히 설명한 후 연구 참여에 대한 동의를 받았고, 상지의 외과적 혹은 신경학적 질환, 지난 6개월 동안 상지와 체간의 외상, 팔이나 어깨부위의 통증이 없음을 서면으로 확인하였다.

2. 연구절차

1) 권장 자세와 실험 자세의 정의

정원균 등(2013)은 치위생 작업 시 머리를 전방으로 15° 이하로 기울인 자세, 어깨는 수평에 가까운 상태, 위팔은 몸통에서 20° 이내로 벌린 자세, 팔꿈치는 60~100° 범위에서 움직이는 자세를 추천 자세로 제시하였다. 본 연구에서 권장 자세는 치아치료 위치와 지정 자세가 일치하는 자세를 아래와 같이 정의하였고, 실험 자세는 치아치료 위치와 권장되는 자세가 일치하지 않는 자세로 정의하였다. 권장

자세는 위턱 오른쪽 첫째 큰어금니 볼쪽, 위턱 왼쪽 첫째 큰어금니 볼쪽, 위턱 오른쪽 안쪽앞니 먼 면에 부착한 인공치석을 각각 앞쪽(그림 1), 옆쪽(그림 2), 뒤쪽(그림 3) 앉은 자세에서 제거하도록 하였고, 실험 자세는 위턱 왼쪽 첫째 큰어금니 볼쪽, 위턱 오른쪽 첫째큰어금니 볼쪽, 위턱 오른쪽 안쪽앞니 가까운 면의 치석을 각각 앞쪽, 옆쪽, 뒤쪽에 서 제거하여 권장되지 않는 자세를 취하도록 하였다.



그림 1. 앞쪽 권장 자세



그림 2. 옆쪽 권장 자세



그림 3. 뒤쪽 권장 자세

2) 근육 선정과 측정

본 연구는 문헌 고찰에 근거하여 치과위생사들에서 흔히 사용하는 목과 상지의 근육과 근육통이 발생하는 주요 부위의 근육을 선정하였다(Al-Mohrej 등, 2016; Kang, 2015; Moon, 2015; Hayes 등, 2013). 본 연구에서 측정된 근육은 목빗근, 위등세모근, 중간어깨세모근, 노쪽손목편근, 위팔노근, 짧은엄지별립근이었으며, 피부 저항을 최소화하기 위하여 필요한 경우 제모를 하고 알코올 솜으로 충분히 닦은 후 표면 전극을 부착하였다(그림 4).



그림 4. 근전도 부착

자세에 따른 최대 근력치 대비 측정값(percent of maximal voluntary contraction, %MVC)를 측정하기 위하여, 등척성 수축(isometric contraction)자세에서 최대 근력값을 5초간 3회 측정하였다. 각 근육의 MVC 측정 후 5분간의

휴식을 취해 근육피로를 최소화하였다. 이후 권장 자세와 실험 자세에서 각각 5분간 치석제거 과정 중의 근활성도를 측정하였다. 반복 측정에 의한 순서 효과를 최대한 배제하기 위하여, 여섯 가지 권장 및 실험 자세(앞쪽 권장 자세, 뒤쪽 권장 자세, 옆쪽 권장 자세, 앞쪽 실험 자세, 뒤쪽 실험 자세, 옆쪽 실험 자세)의 실행 순서는 대상자가 주사위를 던져 무작위로 선정하였다.

3. 측정도구 및 방법

1) 표면 근전도 장비

표면 근전도 신호수집(EMG recording)을 위하여 6채널 Wi-Fi Pocket EMG system (BTS Engineering, Milan, Italy)을 사용하였고, 근전도 신호는 지름 1 cm, 전극 간거리 2 cm의 은-염화근(Ag/AgCl) 표면 전극(3M, Korea)으로 수집하였다. 근전도 신호는 한 가지 측정 자세마다 5분간 측정된 값을 1000 Hz로 샘플링하여 디지털 신호로 변환하였고, 10-400 Hz의 대역 필터(bandpass filter)와 60 Hz의 노치 필터(notch filter)로 노이즈를 제거하였다. 수집된 근전도 신호는 완파 정류 한 후 실효값(root mean square)을 계산하여 분석에 사용하였다.

2) 목 움직임 측정 장비

시상면과 이마면에서 목의 가동범위를 측정하기 위하여 Cervical Range of Motion Instrument(CROMI, University of Minnesota, 1988)을 사용하였다. 본 장비의 검사-재검사 신뢰도는 .92~.99이다(Tousignant 등, 2000). 측정 시점은 총 시술시간을 사분위수 범위(interquatile range)에 해당하는 25 %, 50 %, 75 % 시점으로 분할하여, 각각 75초, 150초, 225초 시점에 3회 측정된 평균값을 계산하였다(Xu 등,

2015).

4. 자료분석

권장 자세와 실험 자세에서 목의 관절가동범위를 각각 비교하기 위하여 대응표본 t 검정(paired t-test)를 실시하였고, 앞쪽, 옆쪽, 뒤쪽 앉은 자세를 비교하기 위하여 반복측정 분산분석(repeated ANOVA)을 수행하였다. 또한 권장 자세와 실험 자세에서 여섯 개 근육의 %MVC를 각각 비교하기 위하여 대응표본 t 검정을 실시하였다. 측정된 자료는 SPSS ver. 18.0을 이용하여 통계 처리하였고, 유의수준 α 는 .05로 설정하였다.

III. 결 과

1. 권장 자세와 실험 자세에서 목의 가동범위 비교

시상면에서 목의 앞쪽 굽힘 각도를 비교한 결과, 앞쪽 앉기 시에는 권장 자세와 실험 자세가 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나, 뒤쪽 앉기와 옆쪽 앉기 시에는 권장 자세에서 가동범위가 유의하게 감소되었다($p=.01$; $p=.01$). 세 가지 위치에 따른 각도는 권장 자세와 실험 자세 유의한 차이가 나타나지 않았다(표 1).

이마면에서 목의 가쪽 굽힘 각도를 비교한 결과, 앞쪽 앉기 시에는 권장 자세와 실험 자세가 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나, 뒤쪽 앉기와 옆쪽 앉기 시에는 권장 자세에서 가동범위가 유의하게 감소되었다($p=.00$; $p=.01$). 세 가지 위치에 따른 각도는 권장 자세에서는 유의한 차이가 없었으나, 실험 자세에서 앞쪽 앉기는 뒤쪽 및 옆쪽 앉기보다 유의하게 감소되었다($p=.001$)(표 2).

표 1. 권장 자세와 실험 자세에서 목의 앞쪽 굽힘 각도 비교

(단위: °)

	앞쪽 앉기	뒤쪽 앉기	옆쪽 앉기	F	p
권장 자세	50.31±15.22	47.50±9.49	54.50±12.68	198.52	.300
실험 자세	50.50±13.51	55.00±12.91	60.94±17.72	438.52	.149
t	-.093	-2.951	-2.972		
p	.92	.01*	.01*		

* $p < .05$; ** $p < .01$

표 2. 권장 자세와 실험 자세에서 목의 가쪽 굽힘 각도 비교

(단위: °)

	앞쪽 앉기	뒤쪽 앉기	옆쪽 앉기	F	p
권장 자세	6.81±6.82	9.69±12.04	12.50±15.92	117.22	.467
실험 자세	8.75±8.27	28.94±17.38	27.19±20.00	2001.44	.001**
t	-1.16	-5.84	-3.19		
p	.27	.00**	.01*		

*p <.05; **p<.01

2. 세 가지 앉은 자세에서 권장 자세와 실험 자세의 근활성도 비교

앞쪽 앉기 시 권장 자세에서 중간어깨세모근의 근활성도가 실험 자세에 비해 유의하게 감소되었다(p=.00). 목빗근, 위등세모근, 노쪽손목뽀근, 위팔노근, 짧은엄지벌림근은 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(표 3).

뒤쪽 앉기 시 권장 자세에서 노쪽손목뽀근과 위팔노근의 근활성도가 실험자세에 비해 유의하게 감소되었다(p=.04; p=.04). 목빗근, 위등세모근, 중간어깨세모근, 짧은엄지벌림근에서는 자세에 따른 유의한 차이가 없었다(표 4).

옆쪽 앉기 시에는 여섯 개의 근육 모두에서 권장 자세와 실험 자세 간에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(표 5).

표 3. 앞쪽 앉기 시 권장 자세와 실험 자세의 근활성도 비교

(단위: %MVC)

근육	목빗근	위등세모근	중간어깨세모근	노쪽손목뽀근	위팔노근	짧은엄지벌림근
권장 자세	35.60±28.08	30.17±53.26	18.45±17.09	35.12±19.98	37.52±14.94	33.95±21.72
실험 자세	34.63±30.46	16.62±22.10	25.41±20.71	37.25±19.51	39.86±21.77	33.60±17.65
t	0.32	1.65	-3.41	-0.43	-0.68	0.10
p	0.75	0.12	.00**	0.67	0.51	0.93

*p <.05; **p<.01

표 4. 뒤쪽 앉기 시 권장 자세와 실험 자세의 근활성도 비교

(단위: %MVC)

근육	목빗근	위등세모근	중간어깨세모근	노쪽손목뽀근	위팔노근	짧은엄지벌림근
권장 자세	1.73±1.55	1.72±1.41	1.56±1.01	23.41±24.56	16.72±19.81	25.56±32.68
실험 자세	1.74±1.55	5.08±9.21	1.85±1.42	14.46±12.18	24.48±20.99	22.14±32.20
t	-.11	-1.53	-1.54	-2.20	-2.21	1.27
p	.91	.15	.14	.04*	.04*	.22

*p<.05; **p<.01

표 5. 옆쪽 앉기 시 권장 자세와 실험 자세의 근활성도 비교

(단위: %MVC)

근육	목빗근	위등세모근	중간어깨세모근	노쪽손목뽀근	위팔노근	짧은엄지벌림근
권장 자세	30.17 ±19.60	23.54 ±11.41	21.01 ±10.62	75.10 ±50.48	68.30 ±82.04	60.21 ±48.34
실험 자세	28.64 ±11.46	20.75 ±7.23	24.55 ±11.53	78.10 ±60.39	62.35 ±48.03	64.14 ±36.25
t	.463	1.583	-2.072	-3.23	.613	-.527
p	.650	.134	.056	.751	.549	.606

*p<.05; **p<.01

IV. 고 찰

본 연구는 치위생 수행 시 치료 자세가 목과 상지의 움직임 범위와 근활성도에 미치는 영향을 파악하기 위하여, 치위생 전공학생 16명을 대상으로 목과 상지에서 발생하는 움직임 범위와 근활성도를 측정하였다. 치위생 수행은 관련 근육들의 지속적이고 미세한 조절을 요구하는 작업으로, 장시간의 작업수행 시 근 피로도를 높이고 근 기능 부전을 일으킬 가능성이 크다(전은숙 등, 2012). 통증과 불편감을 느끼는 부위는 목(39-84%), 어깨(39-76%), 손목과 손(42-65%), 허리(39-56%), 등(67%)으로 보고되었다(Booyens 등, 2009; Hayes 등, 2009; Morse 등, 2010). 임상에서는 이러한 근골격계 이상을 예방하고 치과 진료의 효율성을 높이기 위해, 치료하는 치아의 위치에 따라 앉은 자세를 결정하는 시계 위치를 권장하고 있다(정원균 등, 2013). 그러나 권장 자세가 표준화되어 있음에도 불구하고, 실제로는 장기간의 습관화로 인하여 권장 자세를 준수하지 않는 경우가 많다(Al-Mohrej 등, 2016).

기존 연구에서 근골격계 질환과 관련한 설문연구나 다른 인체공학적 요소와 근활성도 간의 상관관계를 분석한 실험연구는 다수 있었다(Hayes 등, 2013; Kang, 2015; Moon, 2015). 그러나 시계 방향의 앉은 자세가 목의 움직임 범위와 근활성도에 미치는 영향을 설명한 연구는 거의 없었기 때문에, 본 연구에서 세 가지 앉은 자세에서 권장 자세와 실험 자세를 비교하고자 하였다. 앉은 자세에서 수행하는 치위생 작업에는 스켈링, 치주탐침(probing), 연마(polishing), 치실질(flossing) 등 다양한 업무가 포함되나, 그 중 54-57%의 비중을 차지하며 근골격계 질환의 유발에 가장 큰 영향을 미치는 스켈링 작업을 기준으로 연구를 시행하였다(Hayes 등, 2012; Yee 등, 2005). 본 연구에 활용한 표면근전도 장비는 작은 근육이나 깊은층의 근육으로부터 신호를 받기 어려우나, 비침습적이므로 피검자의 호응도가 높고 의사가 아닌 다른 전문가가 이용할 수 있다는 장점이 있어 활용 가치가 높다(유경진과 신현출, 2009). 이와 더불어 목의 운동범위를 간단히 측정할 수 있는 장비를 활용하여 본 연구를 수행하였다.

본 연구에서 권장 자세를 준수하지 않은 실험 자세는 권장 자세보다 목의 굽힘 정도가 증가하였다. 특히 대상자

의 옆과 뒤쪽에 위치할 때에는 목의 가쪽 및 앞쪽 굽힘 모두 유의하게 증가하므로, 이러한 경우 목에 무리가 가지 않도록 반드시 정해진 위치와 자세에서 치위생 수행을 해야 할 것이다. Howarth 등(2016)은 치과위생사의 스켈링 작업 중 척추가 편향되는 것을 확인하였으나, 이는 앉은 위치와는 유의한 상관관계가 없다고 주장하였다. 그러나 척주의 축을 중심으로 발생한 비틀림은 앉은 위치에 따라 유의한 차이를 보였다. 또한 앉은 위치에 따른 허리근육의 활성도를 비교 분석한 결과 대상자의 앞쪽 앉은 위치에서 근활성도가 높아짐을 확인하였다. 따라서 권장 자세에서는 시술자가 앞쪽 앉은 위치에 앉을 경우 팔과 몸통의 중립을 유지하기 어려우므로 앞쪽 시계위치는 제한적으로 사용해야 할 것이다(정원균 등, 2013).

본 연구에서 권장 자세는 실험 자세보다 앞쪽 앉은 자세에서 어깨세모근, 뒤쪽 앉은 자세에서 위팔노근과 노쪽손목편근의 근활성도가 유의하게 감소하였다. 기존 연구에서 권장 자세를 준수하지 않는 사람은 목, 어깨, 손목, 허리 등의 근육통의 발병률이 높았고(Booyens 등, 2009), 근육통이 있는 사람은 치위생 작업 시 시간의 경과에 따라 위등세모근과 위팔노근의 근활성도가 유의하게 증가하였다(남건우와 하미숙, 2012). 그러나, 올바른 자세를 취한 경우라도 치위생 작업은 섬세한 손 동작을 위한 팔꿈관절의 안정성 유지가 필요하므로, 시간의 경과에 따라 위팔노근과 위등세모근의 근활성도가 증가할 수 있다(전은숙 등, 2012). 따라서 권장 자세는 어깨세모근, 위팔노근, 노쪽손목편근의 근피로를 상대적으로 줄여, 근육통 등의 근골격계 질환 예방에 도움이 될 것으로 사료된다. 진료 시간의 단축과 시야확보를 목적으로 술자가 임의로 자세를 설정하는 경우가 많지만, 권장 자세를 취하는 경우 진료의 효율성이 확보될 수 있으며 근골격계 질환의 예방 측면에서도 반드시 필요하다. 또한 장시간 작업 시에는 팔꿈관절에 보조기를 착용하거나 팔을 지지할 수 있는 거치대도 필요할 것으로 생각된다.

본 연구는 일개 대학 치위생학과 재학생을 대상으로 특정 부위에서 치위생 작업을 수행하여 일반화 하기에는 제한점이 있으나, 학교나 임상에서 치과위생사의 근골격계 질환 예방을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다. 추후에는 치과병원 임상에서 보다 많은 치과위생사들을 대상으로 한 후속 연구가 반드시 필요할 것으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 치위생 전공학생 16명을 대상으로 치료 자세에 따른 목과 상지에서 발생하는 움직임 범위와 근활성도를 측정하였다. 목의 움직임 범위를 측정한 결과 권장 자세는 실험 자세보다 목의 앞쪽 굽힘과 가쪽 굽힘 정도가 유의하게 감소하였다. 또한 권장 자세는 실험 자세보다 앞쪽 앉은 자세에서 중간어깨세모근, 뒤쪽 앉은 자세에서 위팔노근과 노쪽손목뾰근의 근활성도가 유의하게 감소하였다.

따라서 권장 자세는 실험 자세보다 목의 앞쪽 굽힘과 가쪽 굽힘이 감소되어 중립 자세에 가까우며, 앞쪽 어깨세모근 사용, 위팔노근 사용, 노쪽손목뾰근 사용을 줄일 수 있어, 과사용 및 근피로로 인한 근골격계 질환 예방에 도움이 될 것으로 사료된다.

참고문헌

김지희, 김혜진(2009). 치과위생사의 진료자세에 따른 근골격계 통증 경험에 대한 연구. 한국치위생과학회지, 9(4), 413-418.

남건우, 하미숙(2012). 상반신의 근육뼈대계 통증이 치과 위생사의 스켈링 작업에 미치는 특성에 대한 표면 근전도 분석. 대한물리치료사학회지, 19(4), 1-6.

박정란, 박재용(2007). 치과위생사의 작업관련성 근골격계 자각증상에 미치는 영향요인 연구. 대한구강보건학회지, 31(3), 416-431.

심수현(2016). 치과위생사의 근골격계증상 위험요인과 작업보조 도구의 효과에 대한 연구. 단국대학교 대학원. 박사학위 논문.

유경진, 신현출(2009). 엔트로피 및 최대우도추정법을 이용한 표면 근전도 기반 손가락 동작 인식. 전자공학회 논문지, 46(6), 38-43.

이소영, 유병철, 엄상화 등(2011). 치과위생사의 작업특성과 근골격계 증상의 상관성. 대한구강보건학회지, 35(4), 486-496.

전은숙, 남건우, 하미숙(2012). 치과위생사의 스켈링 작업

시 발견되는 두경부 및 견부 주위 근육들의 표면 근전도를 이용한 특성 분석. 한국치위생과학회지, 12(4), 437-442.

정원균, 강용주, 강현경 등(2013). 알기 쉬운 고급 치주기구 사용법: 술자의 시계 위치. 제7판, 서울, 대한나래출판사, pp.37-43.

Alghadir A, Zafar H, Iqbal ZA(2015). Work-related musculoskeletal disorders among dental professionals in Saudi Arabia. J Phys Ther Sci, 27(4), 1107-1112.

Tousignant M, de Bellefeuille L, O'Donoghue S, et al(2000). Criterion validity of the cervical range of motion (CROM) goniometer for cervical flexion and extension. Spine, 25(3), 324-330.

Al-Mohrej OA, AlShaalan NS, Al-Bani WM, et al(2016). Prevalence of musculoskeletal pain of the neck, upper extremities and lower back among dental practitioners working in Riyadh, Saudi Arabia: a cross-sectional study. BMJ open, 6(6), 1-8.

Booyens SJ, van Wyk PJ, Postma TC(2009). Musculoskeletal disorders amongst practising south african oral hygienists. SADJ, 64(9), 400-403.

Cosaboom-FitzSimons ME, Tolle SL, Darby ML, et al(2008). Effects of 5 different finger rest positions on arm muscle activity during scaling by dental hygiene students. J Dent Hyg, 82(4), 1-10.

Crawford L, Gutierrez G, Harber P(2005). Work environment and occupational health of dental hygienist. J Occup Environ Med, 47(6), 623-632.

Darby ML, Walsh MM(2010). Dental hygiene theory and practice: In: Drummer LJ, Ergonomics. 3rd ed, Amsterdam, Elsevier. pp.127-148.

Hayes MJ, Smith DR, Taylor JA(2013). Musculoskeletal disorders and symptom severity among Australian dental hygienists. BMC Res Notes, 6(1), 250-259.

Hayes MJ, Smith DR, Cockrell D(2009). Prevalence and correlates of musculoskeletal disorders among australian dental hygiene students. Int J Dent Hyg, 7(3), 176-181.

Hayes MJ, Taylor JA, Smith DR(2012). Predictors of work-related musculoskeletal disorders among dental

- hygienists. *Int J Dent Hyg*, 10(4), 265-269.
- Howarth SJ, Grondin DE, La Delfa NJ, et al(2016). Working position influences the biomechanical demands on the lower back during dental hygiene. *Ergonomics*, 59(4), 545-555.
- Kang HK(2015). Study on job stress and status of pain by body part according to work career of dental hygienists. *Adv Sci Techno Letters*, 88(1), 149-153.
- Leggat PA, Kedjarune U, Smith DR(2007). Occupational health problems in modern dentistry. *Ind Health*, 45(5), 611-621.
- Maillet JP, Millar AM, Burke JM, et al(2008). Effect of magnification loupes on dental hygiene student posture. *J Dent Educ*, 72(1), 33-34.
- Moon AE(2015). The relationship between working environment factors and stress and musculoskeletal disorders in dental hygienists. *J Dental Hygi Sci*, 15(4), 472-479.
- Morse T, Bruneau H, Dussetschleger J(2010). Musculoskeletal disorders of the neck and shoulder in the dental professions. *Work*, 35(4), 419-429.
- No HJ, Roh HL(2013). Approach of industrial physical therapy to assessment of the musculoskeletal system and ergonomic risk factors of the dental hygienist. *J Phys Ther*, 25(7), 821-826.
- Pencek L(2007). Vision and magnification for clinical dental hygiene practice. <http://www.rdhmag.com/articles/print/volume-27/issue-7/feature/vision-amp-magnification-for-clinical-dental-hygiene-practice.html>.
- Puriene A, Janulyte V, Musteikyte M, et al(2007). General health of dentists: literature review. *Stomatologija*, 9(1), 10-20.
- Puriene A, Aleksejuniene J, Petrauskiene J, et al(2008). Self-reported occupational health issues among Lithuanian dentists. *Ind Health*, 46(4), 369-374.
- Yee T, Crawford L, Harber P(2005). Work environment of dental hygienists. *J Occup Environ Med*, 47(6), 633-639.
- Xu T, Yang Z, Jiang L, et al(2015). A connectome computation system for discovery science of brain. *Sci Bull*, 60(1), 86-95.