

치과용 핸드피스에 의한 일시적 진동감각역치 변화

김성아·이종영·김두희¹·박순우²

경북의대 예방의학교실, 동국의대 예방의학교실¹, 대구효성가톨릭의대 예방의학교실²

= Abstract =

Temporary Threshold Shift of Vibration Sensation by Dental Handpiece

Seong Ah Kim, Jong Young Lee, Doohee Kim¹, Soon Woo Park²

*Department of Preventive Medicine and Public Health, School of Medicine,
Kyungpook National University,*

*Department of Preventive Medicine, College of Medicine, Dongguk University¹,
Department of preventive Medicine, College of Medicine, Catholic University of Taegu-Hyosung²*

This study was performed to investigate the possibility of temporary threshold shift (TTS) of vibration sense could induced by exposure to high-frequency vibration or by work position taking by dentists in drilling or polishing. The vibratory perception thresholds (VPT) of 28 healthy men were measured on the index fingertip pulp of dominant hand at 250 Hz. The vibrating tool used in test was a low-speed handpiece of 34,000 rpm. For the TTS test, the dominant hand was exposed to high-frequency vibration and to work position for five minutes, respectively.

The VPTs before and after vibratory exposure were 23.5 ± 3.5 dB, 30.8 ± 4.2 dB, respectively and VPT after work position was 23.7 ± 4.6 dB. The difference between before and after vibratory exposure was statistically significant ($p < 0.001$).

The correlation of height, weight and BMI with baseline VPTs was not statistically significant. Also, there was no difference of VPTs by smoking.

These results suggest that high-frequency vibration from dental handpieces might cause the impairment of vibration sensation.

Key Words : VPT(vibratory perception threshold), High frequency vibration, Handpiece

서 론

수지진동증후군(手肢振動症候群, hand - arm vibration syndrome)은 순환장애, 신경장애, 근골격계 장애가 있는 질환으로(Pelmeur와 Taylor, 1994), 저림, 자통(刺痛), 근육 조정의 손실을 동반할 수도 있는 창백현상 그리고 순환회복시 통증을 동반하면서 열과 추위에 민감도가 감소하는 증상 등을 나타낸다(Taylor와 Wasserman, 1992). 신경 증상과 혈관 증상은 독립적으로 발생하며(Brammer 등, 1987), 전자가 후자보다 더 큰 장애를 일으킬 수 있고 폭로 중단 후에도 계속 나타날 수 있기 때문에(Ekenvall 등, 1986), 신경 증상에 대해 조기에 평가해야 한다. 진동에 폭로된 사람에서 신경 증상은 감각 역치의 정량적 검사에 의해 반영되며 진동 폭로정도와 신경 및 혈관 증상간에 용량-반응 관계가 있다(Ekenvall 등, 1989).

인체에 유해한 영향을 초래하는 진동은 4,000~5,000 Hz의 범위 내에 있는 것으로 알려져 있으나(Pelmeur와 Taylor, 1994), 치과분야에서 주로 사용하는 고속 핸드피스(handpiece)와 초음파기구에서 나오는 고주파수의 진동이 수지진동증후군 등의 인체에 유해한 작용을 하는지에 대해서는 아직도 확실히 밝혀져 있지 않다(Ekenvall 등, 1990). 그러나, 고주파수 진동에 폭로된 치과의사들에서 진동감각역치의 증가를 발견한 연구(Lundstrom과 Lindmark, 1982)와 치과위생사들에서의 연구(Hjortsberg 등, 1989) 그리고 최근 39년 이상 근무한 치과의사에서 치과기구에 의해 생성되는 진동에 폭로된 손의 레이노드씨 현상이 진동에 의한 직업적 원인으로 보인다는 증례보고(Tomasini 등, 1993) 등에서는 고주파수 진동에 의한 말초신경장애 및 진동감각의 변화 가능성을 제시하고 있다.

이와는 달리, 치과의사들에서 높은 빈도로 발생하는 경부, 견갑부 및 상지의 근골격계 증상과 말초신경장애의 증상들은 진동에 의해서라기보다는 작업자세에 의한다는 주장도 있는데, 핸드피스를 잡은 상태로 팔의 외전과 거상, 경추의 굴전과 회전, 정밀을 요하는 반복적인 작업자세 및 이로 인한 수근골 터널 증후군, 그

의 다른 신경의 포착 혹은 경부 신경병증 등이 상기의 증상들을 초래한다는 연구도 있다(Ekenvall 등, 1990; Milerad와 Ekenvall, 1990).

본 연구는, 단기간의 진동에 폭로되어 나타나는 진동감각역치의 일시적 변화는 영구적 변화를 예측할 수 있기 때문에(Maeda와 Griffin, 1993), 고주파수 진동이 인체에 유해한 영향을 미치는지를 밝히기 위하여 1,000 ~ 40,000 Hz의 고주파수 진동을 발산하는 치과용 핸드피스를 사용하여 정상인에서 고주파수의 진동이 진동감각역치의 일시적 변화를 초래하는지 관찰하고자 하였다.

대상 및 방법

1994년 9월에 신체검사를 통해 근신경질환과 혈관질환이 없는 치과위생병 30명을 대상으로 연령, 신장, 체중, 교육기간 및 음주와 흡연 상태에 대해 조사하였다. 이중 협조가 잘 되지 않았던 2명을 제외하고 28명을 대상으로 신장과 체중은 1주일 전에 실시한 신체검사 자료를 이용하였으며, 체질량지수(Body Mass Index, BMI)는 체중(kg)신장(m)²으로 하여 구하였다. 진동감각역치의 측정은 실온 30°C 내외의 조용한 방에서 청력계기의 골전도진동기 (Belton 112, Belton Electronics, USA)를 사용하여 주로 사용하는 손(dominant hand)의 제2지두수(指頭髓, pulp)에서 시행하였으며 측정주파수는 250 Hz로 고정하였다. 진동기구는 치과에서 사용하는 34,000 rpm의 저속 핸드피스(Teledyne, EMESCO, USA)를 사용하였다.

피검자는 편안하게 앉은 자세에서 골전도진동기에 측정부위를 최소한의 압력으로 가볍게 수직으로 대고 예-아니오 방식으로 진동 감지 여부를 말하게 하였고, 시각적 영향을 제거하기 위해 기계 조작 과정은 보이지 못하게 하였다. 먼저 최대의 강도로 자극에 익숙하게 한 뒤, 0 dB에서부터 서서히 강도를 증가시키면서 피검자가 진동을 감지하는 순간의 값(진동감지인지역치)과 다시 강도를 감소시키면서 피검자가 진동감지를 소실하는 순간의 값(진동감지소실역치) 중, 전자를 진

동감각역치로 하였다(Goldberg와 Lindblom, 1979). 진동 폭로 전의 기본 진동감각역치를 측정하고, 다음으로는 작동시키지 않은 치과 진동기구를 든 채 팔꿈치를 책상에 대고 손목을 30도 정도 후굴시켜 치과의사가 작업시 취하는 자세로 5분간 있게 한 후 즉시 진동감각역치를 측정하였다. 작업자세에 의한 이월효과를 제거하기 위해 5분간 휴식한 후, 같은 손에 대해 진동기구를 작동시켜 진동에 5분간 폭로시킨 직후, 진동감각역치를 측정하였다. 자료 분석은 SAS 통계 프로그램으로 처리하였다.

결 과

대상자들의 일반적 특성을 보면 총 28명의 연령은 평균 21.2±0.9세였고, 신장 및 체중은 각각 174.7±5.0 cm, 63.9±8.1 kg, 체질량지수는 20.9±1.9였으며, 음주 및 흡연습관은 음주자가 26명(92.9%)였고, 흡연자가 20명(71.4%)였다(표 1).

Table 1. General characteristics of subjects (N=28 persons)

	Mean	SD
Age(yrs)	21.2	0.9
Height(cm)	174.6	5.0
Weight(kg)	63.9	8.1
BMI	20.9	1.9
Smoking(%)		
Yes	20	(71.4)
No	8	(28.6)
Drinking(%)		
Yes	26	(92.9)
No	2	(7.1)

진동감각역치는 폭로전 23.5±3.5 dB, 작업자세 5분 후 23.7±4.6 dB, 진동에 5분간 폭로후 30.8±4.2 dB로, 진동에 5분간 폭로시킨 후의 진동감각역치가 폭로전의 기본 진동감각역치보다 유의하게 높았다(p<0.001)(표 2). 진동폭로에 따른 역치증가의 빈도를 보면, 5~9 dB이 13명(46.4%), 10~14 dB이 7명(25.0%)으로 10 dB

내외의 증가가 대부분을 차지하였고 가장 높은 증가를 보인 사람은 2명으로 16 dB이었다(표 3).

Table 2. Vibratory perception thresholds(VPTs) before and after high-frequency vibration exposure

	Mean	SD
Baseline(dB)	23.5	3.5
After work position(dB)	23.7	4.6
After vibration exposure(dB)*	30.8	4.2

* : p < 0.0001 compared with baseline value

Table 3. Frequency distribution of difference between after and before vibration exposure

Difference(dB)	Frequencies	Percentage
< 5	6	21.4
5 ~ 9	13	46.4
10 ~ 14	7	25.0
≥ 15	2	7.1
Total	28	100.0

폭로 전 진동감각역치와 신장, 체중, 그리고 체질량지수와의 상관관계를 보면 상관계수가 각각 0.0360, -0.1657, -0.2641로 통계학적 유의성은 없었다(표 4). 음주 및 흡연습관에 따른 차이를 보면, 음주의 경우는 음주군이 92.9%로 비음주군과의 비교가 불가능하였고, 흡연의 경우는 평균 흡연기간이 3.3±1.8년이었으며 흡연군에서 23.1±3.7 dB, 비흡연군에서 24.6±2.8 dB로서 두 군간에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(표 5).

Table 4. Correlation coefficients of the VPTs with height, weight, and BMI

	Correlation coefficient
Height	0.0360
Weight	-0.1657
BMI	-0.2641

Table 5. VPTs in smoker and non-smoker

	Smoker* (N=20)	Non-smoker (N=8)
Baseline VPT(dB)	23.1 ± 3.7	24.6 ± 2.8
After vibration exposure	31.0 ± 4.8	30.4 ± 2.4

* : Average smoking year : 3.3 ± 1.8

고 찰

진동감각의 장애가 말초신경장애의 조기 증후일 수 있고(Goldberg와 Lindblom, 1979), 진동감각역치의 변화를 측정함으로써 진동장애의 발현을 예측할 수 있으므로(Lundborg 등, 1987), 진동감각역치의 측정은 산업, 환경 신경역학에 있어 말초신경기능을 평가하는 유용한 방법이다(Gerr와 Letz, 1993). 진동장애에서 가장 먼저 나타나는 증후는 125~250 Hz의 주파수에서 감각이 감소하는 것으로, 이는 진동감각을 가장 특이하게 반영하는 fast adapting(FA) unit II인 파씨니안 소체(Pacinian corpuscles)의 기능부전을 가리킨다(Lundborg 등, 1987). 골도진동기를 이용하여 최근 이종영 등(1993, 1994)은 진동감각역치를 측정하기 위해 250 Hz에서와 250 Hz 및 500 Hz에서 진동감각역치를 측정한 결과, 250 Hz에서 그 신뢰성이 높았고 500 Hz에서도 진동감각역치는 신뢰성이 있다고 하므로 본 연구에서는 250 Hz에서 측정하였다. 또한, 진동을 감지하는 파씨니안 소체가 1932년 Tait의 연구 이래 피하, 특히 수지말단부, 손바닥, 족지, 발바닥의 피하결체조직 및 골막, 내장 등에 분포해 있는 것으로 알려져 있어(Calne과 Pellis, 1966), 수지진동감각역치 측정시 중수골두(Fagius와 Wahren, 1981; Ekenvall 등, 1986; Jensen 등, 1991)나 수지 말단부인 지두수(Ekenvall 등, 1990; Lundborg 등, 1992; Meada와 Griffin, 1993)를 이용한다. 진동감각 측정시 검사 방법으로는 강제-선택법과 표준화된 제한법인 예-아니오 방법이 있는데, 후자가 전자에 비해 범주 편의의 위험이 있으나 시간

- 효율적이고 좀더 신뢰성이 있어(Gerr와 Letz, 1988; Gerr 등, 1990), 본 연구에서는 표준화된 제한법을 사용하였다.

진동감각역치에 영향을 주는 요인으로는 연령, 신장, 성별, 피부체온, 음주 등이 있다(Gerr와 Letz, 1993). 연령은 특히 진동감각역치에 상당한 영향을 미치는데 연령이 증가할수록 진동감각이 떨어져 진동감각역치가 증가한다(Gordberg와 Lindblom, 1979; Gerr 등, 1990; Michele 등, 1991). 진동감각역치에 대한 신장 및 체질량지수의 영향을 보면, 신장은 클수록 진동감각역치가 증가한다고 하나(Era 등, 1986; Sosenko 등, 1989; Gerr 등, 1990), 성별에 따라 층화하면 신장의 영향은 유의하지 않았고(Halonen, 1986), 체질량지수에 대해서도 유의한 영향이 있다고 하나(Michele 등, 1991), 이종영 등(1994)은 진동감각역치와 신장, 체중, 체질량지수와의 상관성이 없는 것으로 보고하였고 본 연구에서도 일치된 결과를 보였다. 성별에 대해서는 연구들 사이에 일관된 결과를 보이지 않고 있어, Sosenko 등(1989)과 Dyck 등(1984), Halonen(1986)은 성별에 따른 차이가 없다고 한 반면, Goff 등(1965)은 여자가 제2수지에서 더 높은 진동감각역치를 보인다고 하였다. 본 연구에서는 연령이 비슷한 남자들을 대상으로 하여 이에 따른 영향을 배제하였다. 피부 체온은 100~125 Hz에서 15 °C의 경우 진동역치가 증가하지만 20~40 °C에서는 영향이 없으므로(Gerr와 Letz, 1993) 본 연구에서도 온도에 따른 영향을 배제하였다. 일반 인구집단에서 음주와 진동감각장애 사이에 관련성은 없으나 음주로 인한 심각한 사회적, 의학적 결과를 가진 사람에게서는 진동감각역치가 증가한다고 알려져 있는데(Gerr와 Letz, 1993), 본 연구에서는 음주자가 26명으로 대부분이어서 이에 따른 차이를 볼 수 없었다. 흡연이 수지진동증후군의 위험을 증가시킨다고 하나(Ekenvall과 Lindblad, 1989), 본 연구에서는 흡연에 따른 진동감각역치의 차이를 보이지 않았고 진동폭로 후의 변화도 흡연군과 비흡연군에서 비슷하였다. 조사 대상의 흡연기간이 3년정도로 짧았기 때문에 흡연과 진동감각장애와의 관련성을 밝히는 데는 계속적인 연

구가 있어야 할 것이다.

한편 수지진동증후군의 임상양상은 진동의 강도, 주파수, 폭로 기간, 소음, 한랭, 근긴장, 그리고 작업 자세와 같은 요소에 의해서도 영향받는다. 이런 요소들의 특성이 상이한 종류의 진동 공구와 작업에 따라 다르기 때문에, 이 증후군의 임상 양상은 상당히 다르다(Harada, 1987). 이런 관계로 정중신경 수초화 섬유 침범이 손목 부위에서 일어날 때 수지진동증후군은 수근골 터널 증후군과 증상 및 증후가 유사하여 혼동될 수 있다. 손목에서 정중신경을 침범하는 포착성 신경병증인 수근골 터널 증후군은 종종 수지진동증후군과 연관되어 있다(Wieslander 등, 1989; Koskimies 등, 1990). 그러나, 수근골 터널 증후군과 수지진동증후군은 비슷한 증상들을 가지지만 상이한 치료를 요하기 때문에 반드시 감별되어야 할 것이다(Pelmeur와 Tayler, 1994).

치과의사들은 드릴 공구와 연마 공구 사용시, 손과 팔, 손목에서 진동과 물리적 부하에 폭로되고 이것은 수지 운동 속도(finger tapping speed)와 정교한 수작업(grooved peg board time)에 영향을 미친다고 한다(Ngim 등, 1992). 특히 고속 연마기 사용시에는 40 KHz까지의 고주파수 진동에 폭로되는데, 이런 기구들의 고주파수 진동에 폭로된 치과의사들에서 진동감각의 이상이 보이고(Lundstrm과 Lindmark, 1982), Hjortsberg 등(1989)의 연구에서는 치과위생사들에서 폭로된 손의 진동감각역치와 온도감각역치가 증가한 것은, 고주파수 진동에 폭로된 수지의 수초화 섬유 및 비수초화 섬유가 손상받은 때문이라고 하고 있다. 또한, 아말감 충전시 수은 증기에의 노출은 손목에서 정중신경의 손상을 초래하는 것으로 제시되어 왔다. 수은 증기의 만성 폭로시 중추신경계가 일차적인 손상 기관이지만, 말초신경병증이 흔하고, 수은 증기에 폭로된 근로자들은 감각 및 말초신경 전달 속도의 불현성 감소를 보일 수 있다(Sullivan과 Kreiger, 1992).

따라서 고속회전 치과기구를 사용하는 치과의사 및 치과위생사들에서의 말초신경병증 및 진동감지에 대한 연구시에는 팔의 외전과 거상, 경추의 굴전과 회전,

반복적으로 악지를 요하는 작업자세 (Milerad와 Ekenvall, 1990), 고주파수의 진동(Lundstrm과 Lindmark, 1982; Hjortsberg 등, 1989), 수은(Shapiro 등, 1982; Ngim 등, 1992; Sullivan과 Kreiger, 1992)에 의한 영향을 고려해야 한다.

전술했듯이, 인체공학적 스트레스를 야기하는 작업 자세에 의한 영향이 장기간 이런 자세를 취한 후에 생길 가능성을 배제할 수 없고, 수은에 의한 영향도 고려해야 할 것이므로, 장기간 폭로된 치과의사 혹은 치과위생사를 대상으로 지속적인 연구가 필요할 것이다.

그러나, 작업자세가 아니라 진동에 의해서만 일시적 진동감각역치 변화가 발생한 본 연구의 결과로 볼 때, 치과용 핸드피스를 장기간 사용한 치과의사 및 치과위생사들에서 수근골 터널 증후군이나 수지진동증후군과 유사한 증상들이 많이 나타나는 것은 사용하는 핸드피스에서 발산되는 고주파수 진동의 영향이 더 클 것으로 생각된다.

요 약

치과용 핸드피스에서 발산하는 고주파수의 진동에 의한 일시적 진동감각역치 변화를 관찰하고자 치과위생병 28명을 대상으로 34,000rpm의 low-speed handpiece를 진동기구로 사용하였다. 진동에 폭로시키기 전과 후, 치과의사가 스케일링시 취하는 작업자세에 5분간 폭로시킨 후의 진동감각역치를 청력계기의 골전도진동기를 사용하여 250 Hz에서 그들이 주로 사용하는 손의 제2지두수에서 측정한 결과, 각각 23.5 ± 3.5 dB, 30.8 ± 4.2 dB, 23.7 ± 4.6 dB로 진동에 5분간 폭로시킨 후의 역치가 폭로 전에 비해 7.3 dB의 유의한 증가가 있었다($p < 0.001$). 진동폭로 전후의 차이에 따른 분포를 보면, 10 dB 내외로 증가한 사람이 71.4%로 대부분이었고 16 dB의 증가가 가장 높았다.

진동 폭로 전의 진동감각역치와 신장, 체중, 체질량 지수와는 상관관계는 각각의 상관계수가 0.0360, -0.1657, -0.2641로 통계적 유의성은 없었으며, 흡연에 따른 차이도 흡연군(N=20)과 비흡연군(N=8)의 진동감

각역치가 각각 23.1 dB, 24.6 dB로 그 차이가 없었다.

본 연구 결과로 볼 때 핸드피스와 같은 고주파-진동기구를 사용하는 치과의사 및 치과위생사에게서 진동감각역치의 변화가 예상되며, 말초신경병증의 원인이 될 수 있는 작업자세에 의한 장기간의 영향 및 아말감 충전시 사용하는 수은의 영향에 대해서도 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 이종영, 박완섭, 김영환, 김두희. 진동감지역치 측정을 위한 골전도진동기의 주파수 선정. 대한산업의학회지 1994;6(1):17-25
- 이종영, 신동훈, 이승훈, 아무식, 김창윤, 서석권. 청력계기의 골전도진동기를 이용한 진동감지역치 측정. 대한산업의학회지 1993;5(2):244-249
- Brammer AJ, Piercy JE, Auger PL, Nohara S. Tactile perception in hands occupationally exposed to vibration. *J Hand Surgery* 1987;12A(5):870-875
- Calne DB, Pallis CA. Vibratory sense; A critical review. *Brain* 1966;89:723-746.
- Cherniack MG, Richard L, Gerr F, Brammer A, Pace P. Detailed clinical assessment of neurological function in symptomatic shipyard workers. *Br J Ind Med* 1990;47:566-572
- Dyck PJ, Karnes J, O'Brien PC, Zimmerman IR. Detection thresholds of cutaneous sensation in humans. In *Peripheral Neurology*, 2nd ed., W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1984, pp. 1103-1138
- Ekenvall L, Gemne G, Tegner R. Correspondence between neurological symptoms and outcome of quantitative sensory testing in the hand-arm vibration syndrome. *Br J Ind Med* 1989;46:570-574
- Ekenvall L, Lindblad LE. Effect of tobacco use on vibration white finger disease. *J Occup Med* 1989; 31(1):13-16
- Ekenvall L, Nilsson BY, Falconer C. Sensory perception in the hands of dentists. *Scand J Work Environ Health* 1990;16:334-349
- Ekenvall L, Nilsson BY, Gustavsson P. Temperature and vibration thresholds in vibration syndrome. *Br J Ind Med* 1986;43:825-829
- Era P, Jokela J, Suminen H, Heikkinen E. Correlates of vibrotactile thresholds in men of different ages. *Acta Neurol Scand* 1985;71:221-225
- Fagius J, Wahren LK. Variability of sensory threshold determination in clinical use. *J Neurol Sci* 1981;51: 11-27
- Gerr F, Hershman D, Letz R. Vibrotactile threshold measurement for detecting neurotoxicity; Reliability and determination of age- and height-standardized normative values. *Arch Environ Health* 1990;45(3):148-154
- Gerr F, Letz R. Reliability of a widely used test of peripheral cutaneous vibration sensitivity and a comparison of two testing protocols. *Br J Ind Med* 1988;45:635-639
- Gerr F, Letz R. Vibrotactile threshold testing in occupational health; A review of current issues and limitations. *Environ Res* 1993;60:145-159
- Goff GD, Rosner BS, Detre T, Kennard D. Vibration perception in normal man and medical patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatr* 1965;28:503-509
- Goldberg JM, Lindblom U. Standardised method of determining vibratory perception thresholds for diagnosis and screening in neurological investigation. *J Neurol Neurosurg Psych* 1979;42: 793-803
- Halonen P, Halonen JP, Lang HA, Karskela V. Vibratory perception thresholds in shipyard workers exposed to solvents. *Acta Neurol Scand* 1986;73: 561-565
- Harada N. Esthesiometry, nail compression and other function tests used in japan for evaluating the hand-arm vibration syndrome. *Scand J Work Environ Health* 1987;13:330-333
- Hjortsberg U, Rosn I, rbk P, Lundborg G, Balogh I. Finger receptor dysfunction in dental technicians exposed to high-frequency vibration. *Scand J Work Environ Health* 1989;15:339-344
- Hrknen H, Riihimki H, Tola S, et al. Symptoms of vibration syndrome and radiographic findings in the wrists of lumberjacks. *Br J Ind Med* 1984; 41:

- Jensen TS, Bach FW, Kastrup J, Dejgaard A, Brennum J. *Vibratory and thermal thresholds in diabetics with and without clinical neuropathy. Acta Neurol Scand 1991;84:326-333*
- Koskimies K, Frkkil M, Pyykk I, Jntti V, Aatola S, Starck J, Inaba R. *Carpal tunnel syndrome in vibration disease. Br J Ind Med 1990;47:411-416*
- Lundborg G, Dahlin LB, Lundstrm R, Necking LE, Strmberg T. *Vibrotactile function of the hand in compression and vibration-induced neuropathy. Scand J Plast Reconstr Hand Surg 1992;26:275-279*
- Lundborg G, Sollerman C, Strmberg T, Pyykk I, Rosen B. *A new principle for assessing vibrotactile sense in vibration-induced neuropathy. Scand J Work Environ Health 1987;13:375-379*
- Lundstrm R, Lindmark A. *Effects of local vibration on tactile perception in the hands of dentists. J Low Freq Noise Vib 1982;1:1-11*
- Meada S, Griffin MJ. *Temporary threshold shifts in fingertip vibratory sensation from hand-transmitted vibration and repetitive shock. Br J Ind Med 1993;50:360-367*
- Michele GD, Filla A, Coppola N, Bisogno A, Trombetta L, Santorelli F, Campanella G. *Influence of age, gender, height and education on vibration sense; A study by tuning fork in 192 normal subjects. J Neurol Sci 1991; 105:155-158*
- Milerad E, Ekenvall L. *Symptoms of the neck and upper extremities in dentists. Scand J Work Environ Health 1990;16:129-134*
- Ngim CH, Foo SC, Boey KW, Jeyaratnam J. *Chronic neurobehavioural effects of elemental mercury in dentists. Br J Ind Med 1992;49:782-790*
- Pelmeur PL, Tayler W. *Hand-Arm Vibration Syndrome; Clinical review. J Fam Prac 1994;38(2):180-185*
- Shapiro IM, Comblath DR, Sumner AJ, Uzzell B, Spitz LK, Ship II, Bloch P. *Neurophysiological and neuropsychological function in mercury-exposed dentists. Lancet 1982;1147-1150*
- Sosenko JM, Kato M, Soto R, Ayyar DR. *Determinants of quantitative sensory testing in non-neuropathic individuals. Electromyogr Clin Neurophysiol 1989; 29:459-463*
- Sullivan JB, Kreiger GR. *Mercury. In Hazardous Materials Toxicology, Williams & Wilkins, Baltimore, 1992, pp. 824-833*
- Taylor W, Wasserman DE. *Environmental and occupational medicine. Little, Brown, New York, 1992*
- Tomasini M, Torado A, Pogliaghi L. *Occupational Raynaud's phenomenon in a dentist; A case report. Med-Lav 1993;84(1):51-54*
- Weislander G, Norback D, Gothe CJ, Juhlin L. *Carpal tunnel syndrome (CTS) and exposure to vibration, repetitive wrist movements, and heavy manual work: a case-referent study. Br J Ind Med 1989;46:43-47*