

3

코골이 환자의 sleep splint 착용 전후의 음향학적 및 공기역학적 연구

전북대학교 치의학전문대학원 구강악안면외과학교실¹⁾, 음성과학 연구소²⁾

정 세 진¹⁾, 김 현 기²⁾, 신 효 근^{1)*}

ABSTRACT

An Aerodynamic study used aerophone II for snoring patients

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry¹⁾, Research Institute of Speech Sciences²⁾,
Chonbuk National University

Jung, Se-Jin¹⁾, D.D.S., M.S.D., Kim, Hyun-Gi²⁾, Ph.D., Shin, Hyo-Keun^{1)*}, D.D.S., Ph.D.

Snoring and obstructive sleep apnea (OSA) are common sleep disordered breathing conditions. Habitual snoring is caused by a vibration of soft tissue of upper airway while breath in sleeping, and obstructive sleep apnea is caused by the repeated obstructions of airflow for a sleeping, specially airflow of pharynx. Researchers have shown that snoring is the most important symptom connected with the obstructive sleep apnea syndrome

The treatment is directed toward improving the air flow by various surgical and nonsurgical methods. The current surgical procedures used are uvulopalatopharyngoplasty(UPPP), orthognathic surgery, nasal cavity surgery. Among the nonsurgical methods there are nasal continuous positive air pressure(CPAP), pharmacologic therapy, weight loss in obese patient, oral appliance(sleep splint).

Sleep splint brings the mandible forward in order to increase upper airway volume and prevents total upper airway collapse during sleep. However, the precise mechanism of action is not yet completely understood, especially aerodynamic factor.

The aim of this study evaluated the effect of conservative treatment of snoring and OSAS by sleep splint through measured aerodynamic change by an aerophone II .

We measured a airflow, sound pressure level, duration, mean power from overall airflow by aerophone II mask. The results indicated that on a positive correlation between a decrease in maximum airflow rate and a decrease in maximum sound pressure level, on a negative correlation between a decrease in maximum airflow rate and a increase in duration.

Key words : Snoring, Obstructive sleep apnea, Sleep splint, Aerophone II , Airflow

I. 서론

수면 장애 중 가장 흔한 것으로 습관적 코골이와 폐쇄성 수면 무호흡증을 들 수 있다.

습관적 코골이는 흡기 시에 연구개와 인두부위의 주변 구조물이 진동함에 의해 발생하는 소리로서 이 때 상기도가 좁아짐에 의해 공기 흐름이 일부 차단되는 것으로¹⁾, 현저한 저호흡이나 무호흡상태가 동반되지

않으면서 상기도의 기도저항이 증가하여 코를 고는 것이며 일반적으로 수면장애지수(무호흡-저호흡지수) 10이하로 나타난다²⁾. 단순코골이의 경우 주간의 졸림 증이나 수면 중 잦은 각성과 같은 증상이 동반되지 않는다.

역학조사에서 3, 40대 연령층의 인구 중 남자의 경우는 10% 이상이, 여자의 경우는 5% 이상이 습관적 코골이 환자로 알려져 있다. 환자의 분포는 연령의 증가에 따라 더욱 많아져 5, 60대의 경우 남자의 20% 이상이, 여자의 15% 이상이 코골이를 한다고 보고되었다^{3, 4)}.

코골이와 폐쇄성 수면 무호흡증 환자의 경우 경조직, 연조직의 형태 또는 설골 등의 위치 이상을 규명하는데 측모두부방사선 사진이 자주 이용되는데 수많은 보고를 통하여 수면무호흡 환자들에게서 하악골의 후방위, 길고 늘어진 혀와 연구개, 짧은 상기도의 전후경, 설골의 하방위치 등이 보고된 바 있다.

그러나 측모두부 방사선사진을 비롯한 이차원적인 촬영은 직접적인 경조직의 지지가 없는 구인두나 하인두 부분을 잘 나타내지 못할 뿐 아니라 주로 정적인 개념의 기도 공간의 분석으로 기도 단면에 대하여 이차원적인 평가만이 이루어지게 된다. 그래서 요즘은 장

치물 장착 전후의 기도 공간의 변화, 특히 연조직의 변화를 보다 정확히 조사하기 위해서는 자기 공명영상, acoustic reflection, 전산화 인두 내시경 등이 시행된다⁵⁾. 그러나 이차원, 삼차원적인 검사방법을 통하여 장치물 장착 후의 기도 면적과 용적의 증가를 확인할 수 있었지만 이러한 요소들은 해부학적인 변화의 관점이지 직접적인 기류에 대한 연구는 아니었다. 따라서 본 연구에서는 코골이와 직접 관계되는 기류(air flow)에 대하여 공기역학적인 관점에서 연구하여 sleep splint의 작용 및 효과에 대하여 밝히고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 연구대상

코골이를 주소로 내원하여 sleep splint를 사용한 7명의 남자를 대상으로 진행하였으며 호흡기 계통의 질병이나 그 밖에 전신적으로 심각한 질병을 가진 환자는 없었다.



Lt. : Sleep splint.



Rt. : Wearing sleep splint.

Fig. 1. Sleep splint.

2. 연구방법

1) 설문지 조사

역학조사는 내원 시에 연구대상자들이 직접 작성하여 연령, 성별, 병력, 체형조사를 시행하였다.

2) 임상검사

먼저 비호흡이 원활한지를 확인한 후에 구강 내와 구개부, 편도부 부위의 이상을 파악 하였다. 그 이후에 sleep splint의 적용 시 코골이의 개선 효과를 예측해보기 위하여 하악을 전돌시킨 후 호흡하기가 편해졌는지 여부를 알아보는 나카가와⁶⁾식 호흡검사를 통하여, 호흡이 호전된 환자를 대상으로 sleep splint가 코골이 개선에 효과가 있을 것으로 판단하고 splint를 제작하였다

3) Sleep splint 제작 및 장착

비가역성 하이드로콜로이드를 이용하여 상, 하악의 인상을 채득한 후 기공용 모델을 만들고 진공을 이용하여 투명한 1mm hard methyl methacrylate (Scheudental, Germany)을 모델에 적용시켰다. 환자를 최대한 이완 시킨 후 하악의 최대 전방이동량을 파악하였다. 그 후에 하악을 전방으로 내밀도록 유도하며 최대 전방이동량의 50%에서 wax bite를 채득하였고 교합기 상에서 수직적으로 2~4mm 정도 올려 장치물을 제작하였다(Fig. 1). 장치물 착용 후 2주간의 적응시간을 가졌으며 그 이후에 공기역학적 검사를 시행하였다.

4) 평가방법

Aerophone II는 후두 기능 및 공명장애에서 발견되는 공기유량 및 공기 압력을 측정하고 진단하며 계량화하는 데는 유익한 장비로 전 세계적으로 많이 사용하고 있는 장비이다.

환자에게 취침 시와 같이 누운 자세에서 sleep

splint 장착 전과 후에 각각 코고는 연습을 시켰다. 이 후에 산소마스크를 착용한 상태에서 sleep splint 장착 전과 후의 코골이 simulation 10회를 실시하였고 aerophone II를 사용하여 over all airflow을 측정하였다.

측정 over all airflow을 통하여 아래의 항목을 분석하였다.

- (1)maximum air flow rate(ml/sec)
- (2)air volume(ml)
- (3)respiration duration(sec)
- (4)snoring sound pressure level(dB),
- (5)mean power(watt)

Ⅲ. 결과

Sleep splint를 장착한 전과 후의 MFR(maximum flow rate)을 비교해보면 splint 장착 후 전체적으로 MFR이 감소했음을 알 수가 있었고 그 양은 평균 19%정도 감소하였다(Table 1). 이 감소량에 대하여 통계적인 유의성을 검정한 결과 Table 2에서 감소량에 대하여 유의한 변화임이 나타났다($p < 0.01$).

Sleep splint 장착 전후의 volume을 비교한 결과 splint 장착 후 volume양은 평균 13%정도 증가했지만 table 1의 증가량에 대한 통계적 유의성 검정결과 유의한 변화가 아니라는 결과가 나왔다(Table 2). 따라서 sleep splint 착용 전후에 전체 공기량에는 변화가 없다고 할 수 있다.

Table 1에서 sleep splint 장착 전후의 duration은 증가하였음을 볼 수 있다.

Table 2에서 duration증가량에 대한 통계적 유의성 검정결과 평균적으로 0.173이 증가했고 이 증가량이 유의한 변화임을 보여주었다($p < 0.05$).

이 결과에 의해서 sleep splint 착용 후에 코골기를 시행했을 때 호흡시간이 더욱 증가하였음을 보여주고 있다.

Table 1. Patient Data of sleep splint.

	BMI	MFR		VOLUME		DURATION		MAR		MxSPL		MSPL		MP	
		전	후	전	후	전	후	전	후	전	후	전	후	전	후
1	24.2	1.98	1.78	1.28	1.44	2.85	2.88	0.46	0.49	78.30	76.78	60.57	60.95	0.016	0.011
2	23.2	3.03	2.59	2.44	2.48	2.65	2.95	0.94	0.80	89.70	87.13	69.50	69.12	·	·
3	23.4	3.11	2.51	2.48	2.46	2.75	3.13	0.87	0.72	90.13	86.98	69.81	69.09	·	·
4	30.8	1.52	1.09	0.58	0.62	1.59	1.76	0.35	0.37	87.60	85.66	69.87	69.57	·	·
5	23.9	0.86	0.51	0.53	0.64	2.79	2.92	0.19	0.24	81.46	78.18	62.36	57.27	0.007	0.007
6	23.0	0.68	0.60	0.36	0.42	2.64	2.61	0.12	0.15	74.75	75.95	58.96	61.38	0.006	0.002
7	24.9	1.18	1.07	1.44	1.96	4.11	4.34	0.34	0.44	76.83	75.16	62.50	56.60	0.021	0.018
Mean	24.8	1.775	1.45	1.30	1.431	2.77	2.94	0.467	0.459	82.68	80.83	64.79	63.43	0.012	0.009

BMI : body mass index
 MFR: maximum flow rate
 MAR: mean airflow rate
 MxSPL : maximum SPL(sound pressure level)
 MSPL: mean SPL(sound pressure level)
 MP: mean power

Table 2. Aerodynamic Analysis.

	mean	SD	smping error	95% confidence interval		t	df	p-value
				LB	UB			
MFR(Before-After)	0.314	0.194	0.073	0.135	0.494	4.279	6	0.005
VOLUME(Before-After)	-0.131	0.182	0.069	-0.300	0.037	-1.908	6	0.105
DURATION(Before-After)	-0.173	0.187	0.071	-0.346	0.000	-2.442	6	0.049
MxSPL(Before-After)	1.847	1.512	0.571	0.449	3.246	3.233	6	0.018
MAR(Before-After)	0.011	0.093	0.035	-0.075	0.098	0.319	6	0.760
MP(Before-After)	0.003	0.002	0.001	0.000	0.006	3.346	3	0.044

Table 3. Change size of MFR and MxSPL.

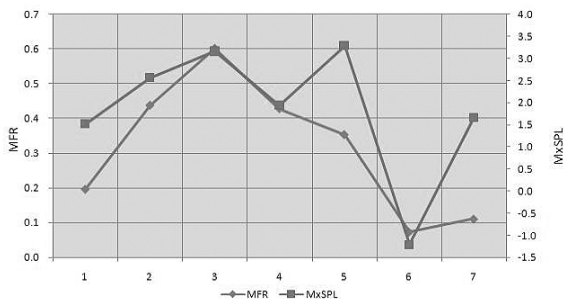


Table 5. Change size of MFR and Duration.

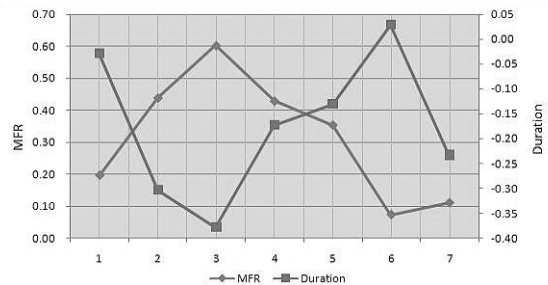


Table 4. Correlation of MFR and MxSPL.

	N	Correlaton	Sig.
MFR and MxSPL	7	0.762	0.047

Table 6. Correlation of MFR and Duration.

	N	Correlaton	Sig.
MFR and Duration	7	-0.756	0.049

Table 7. Correlation of MP and MFR, MxSPL.

	N	Correlaton	Sig.
MFR and MP	4	-0.690	0.31
MxSPL and MP	4	-0.645	0.355

Table 1에서 sleep splint 장착 전후의 MAR (mean airflow rate)은 평균적으로는 감소했다고 볼 수가 있다. 하지만 Table 2에서 감소량에 대한 통계적 유의성 검정결과 유의한 변화는 아니었다.

Table 1에서 sleep splint 장착 전후의 MxSPL (maximum sound pressure level)은 장착 전에는 82.68이었고 장착 후에는 80.83으로 1.85 감소하였음을 볼 수 있다. 이 감소량에 대하여 통계적 유의성 검정 결과 Table 2에서 통계적으로 유의한 변화임을 알 수가 있다($p < 0.05$). MxSPL은 snoring sound의 최대 크기를 나타내었다. 결과적으로 sleep splint 장착한 후에 최대 코고는 소리가 감소하였음을 보였다. MFR의 감소량과 MxSPL의 감소량은 Table 3과 Table 4에서 의미있는 연관성을 보였다($p < 0.05$).

Table 3은 sleep splint 착용 전후의 MFR과 MxSPL의 변화량 관계를 나타내는 그래프이다. 전체적으로 MFR과 MxSPL의 변화량이 증가할 때 같이 증가하는 양의 상관관계를 보여주고 있다. 두 변화량에 대한 상관관계 여부는 Table 4에서 상관계수가 0.762로 나왔으며 $p < 0.05$ 이므로 통계적으로 양의 상관관계를 나타냈다. 즉, 공기의 최대 공기유량율이 감소하게 되면 최대 코고는 소리도 감소함을 나타낸다.

Table 5 와 Table 6는 sleep splint 착용 전후의 MFR과 duration의 변화량을 그래프와 상관분석 한 결과이다. Table 5를 보게 되면 MFR과 Duration의 변화량이 서로 상반된 변화를 보이는 것으로 나타났다.

즉, 음의 상관관계가 보인다. 이러한 음의 상관관계 여부에 대한 통계적 검증 결과 Table 6와 같이 상관계수가 -0.756 이고 $p < 0.05$ 로 통계적으로 유의한

음의 상관관계가 나왔다. 그러므로 장치물 장착 후에 최대 공기유량율이 감소하면서 코골이시의 호흡시간이 증가함을 발견할 수 있었다.

Table 2에서 sleep splint 장착 전후의 MP (mean power)에서 통계학적으로 유의한 감소를 보였다. MP 변화량에 대한 MFR과 MxSPL 변화량의 상관관계 여부의 결과에서 Table 7에서와 같이 각각 -0.69 , -0.645 로 음의 상관계수가 나왔지만 통계적 유의하지는 않았다. 즉, MP변화량과 MFR과 MxSPL 변화량에는 뚜렷한 상관관계가 존재하지 않는다.

IV. 고찰

코골이는 상부기도의 내경의 변화에 의해 야기되는데 내경의 변화는 이설근, 인두확장근의 수축작용과 상부 기도의 구조에 의해 결정된다.

코골이가 생기는 경우로는 첫째로 구개, 혀 및 인두근의 부조화로 인하여 기도를 유지하지 못하는 경우, 특히 수면 중의 인두근의 이완효과와 전방전인 효과를 담당하는 이설근의 부전으로 인한 설근의 이완이 코골이를 야기하는데 이는 수면 중에 알코올, 최면제, 신경안정제, 항히스타민제 등에 의해 부전이 더 심해질 수 있다. 둘째로는 기도에 공간 점유 병소가 놓여있는 경우로 어린이의 편도 및 아데노이드 비대와 코골이 성인 환자의 경우에 구개편도가 너무 커서 문제를 야기하며, 그 밖에 과도한 인두조직이나 낭종 등이 원인이 되기도 한다. 셋째로는 지나치게 긴 구개수가 설근부와 인두후벽, 인두측벽 사이에 끼면서 비인두와 구인두 사이를 좁힘으로 코골이를 야기할 수 있다. 넷째는 비중격만곡증, 알러지성 비염, 비후성비염, 만성 부비강염, 비강 내 종양 등에 의해 비호흡을 제한할 수 있다. 비폐쇄의 경우에는 코의 좁아진 부위에 공기가 흘러감으로 현저한 음압이 증인두에 발생하여 연구개를 진동시키거나 구 호흡을 야기하여 코를 골게 되는

것이다. 이외에도 현재까지 알려진 영향 요소는 신체 비만, 알코올이나 수면제, 진정제, 항히스타민제 같은 약물적 요소, 흡연, 그리고 가족력을 보이는 코골이에서의 일부 유전적 요소 등을 들 수 있다.

코골이 치료 방법에는 보존적 치료와 외과적 치료 방법이 있는데 이번 실험에서 사용한 sleep splint는 보존적 치료방법이다. 미국수면장애학회의 권장에 의하면 구강장치는 의과적 질환이 없는 원발성 코골이 환자들과 경도에서 중등도의 폐쇄성 수면 무호흡 증후군 환자들에게만 사용하도록 권장하였다⁷⁾.

Sleep splint의 효과는 하악의 전방이동량에 의해 영향을 받는다. 최대 전방이동량의 75%이하로 전방이동 시는 만족한 결과를 얻을 수 없다는 보고도 있지만²⁾, 반면 또 다른 연구에서는 가장 심한 증상에서도 최대 전방이동량의 41-88% 범위내이면 가능하다고 하였다⁸⁾.

이번 연구에서는 하악을 전방이동시키는 하악전돌장치를 사용하였고 최대 전방이동량의 50%정도로 장치물을 제작하였다. 이는 수면무호흡증보다 코골이에 대한 평가가 주된 목적이었기에 악관절에 무리가 되지 않는 범위내에서 어느 정도 효과를 얻기 위하여 최대 전방이동량의 50%로 설정하였다.

해부학적 요소를 고려한 공기역학적인 기전을 생각해 본다면 Lugaresi등^{9), 10)}은 수면 동안에 구인두근 긴장도의 감소, 중추성 호흡의 불안정, 바로 누운 자세 등에 의해서 혀가 인두벽 쪽으로 쳐져 내려오면 기도가 좁아지게 되고, 기류의 속도는 점차 빨라지는데 이렇게 되면 벤츨리 효과(Venturi effect)에 의해서 인두강 내의 음압이 증가하게 된다고 하였다. 이와 같이 빨라진 기류에 의해서 연조직의 진동이 일어남으로써 코골이가 발생되는데 따라서 코골이의 강도는 기류의 속도와 인두기도 폐쇄의 정도에 비례한다고 하였다. Fajdiga¹¹⁾의 연구에서는 정상인 사람과 코고는 환자의 CT비교를 통하여 해부학적인 벤츨리 관을 설명했고 경구개와 설기저부에서 인두부까지 가장 좁은 영역이 여기에 해당하며 인두공간이 좁아질수록 공기

유속이 빨라져 코고는 소리가 더 커졌다고 보고했다.

이를 토대로 한 장치물의 효과 기전은 포아세이유 법칙에 의하면 관속을 흐르는 유체의 저항은 관반경의 4제곱에 반비례한다고 하였는바, 즉 관의 반경이 조금만 늘어나도 그 내부의 유체에 미치는 저항은 현저히 감소될 수 있기 때문에 하악의 전방이동에 의해서 인두의 최소단면적이 상당히 늘어남으로써 기도저항의 현저한 감소를 가져올 수 있을 것으로 생각되며 베르누이의 법칙에 의해 이러한 기도저항의 감소는 흡기시 발생하는 기도음압의 감소를 가져와 기류의 속도를 떨어뜨림으로써 코골이가 감소되는 것으로 추정된다.

여러 공기역학적인 연구에서 Masumi등¹²⁾은 하악을 최대전방위로 이동함으로써 공기흐름의 감소는 거의 완전히 회복되었다는 보고도 있고, Lowe등¹³⁾은 하악재위장치기를 이용하여 부분 공기량을 27.6%증가시킬 수 있었다고 보고하였다.

Aerophone II 를 이용한 다른 연구에서도 sleep splint 장착후 peak flow(maximum air flow)의 감소와 snoring sound pressure level(SPL)의 감소가 측정되었고 둘 사이에 양의 상관관계가 있음을 보고하였다⁴⁾.

본 연구에서는 장치물 장착 전후에 maximum airflow rate의 감소는 장치물 착용을 통하여 하악이 전방이동하게 되고 이로 인하여 상기도의 면적과 용적이 증가되어 공기의 흐름이 균일하게 분산된 결과라고 생각해 볼 수 있다. 상기도 면적과 용적의 변화는 Smith¹⁵⁾에 의하면 3차원 자기 공명영상사진 촬영법을 이용하여 하악전방이동장치에 의한 상부기도의 용적 변화를 측정한 결과 하악이 5mm정도 전방으로 이동됨으로써 연구개에서 후두개에 이르는 기도의 용적이 32%정도 늘어났다고 보고하였다. 또 다른 MRI를 이용한 연구에서 수면무호흡증 환자들에 대한 sleep splint 장착후의 기도단면적에 대한 평가에서 구개인두(velopharynx)영역에서 통계학적인 증가를 보고하였고 이 원인에 대하여 전후적인 직경의 변

화보다 좌우의 직경의 증가를 보고하였다¹⁶⁾. J.W.De Backer 등¹⁷⁾의 연구에서도 sleep splint 장착 후 코골이 환자에 대한 C.T 촬영에서 computational fluid dynamic 분석을 통하여 상기도 부피의 증가와 저항의 감소를 보고하였다. 그러나 본 연구에서 최대 공기유량은 상기도의 특정부위를 측정하는 것이 아니라 비강과 구강을 통하여 배출되는 공기량(overall airflow)을 시간당 측정하는 것이기에 장치물이 어느 특정부위에서 효과가 있었는지 알 수는 없었다. 앞으로 보다 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

Maximum SPL(sound pressure level)의 감소를 통하여 코골이 환자에게서 코고는 소리의 감소, 즉 음향학적인 압력의 감소를 발견할 수 있었다. 그러나 1명의 환자에게서는 오히려 maximum SPL의 증가를 발견하게 되었는데, 이것은 이번 실험이 실제 환자의 수면시간에 코고는 것을 측정하는 것이 아니라 장치를 장착 전, 후에 의도적인 코골기를 시행하였기에 과도한 코골기가 발생하였다고 볼 수 있다. 그러나 실험적인 일부의 오류는 있었지만 통계학적인 측면에서 유의한 감소를 발견할 수 있었다.

Maximum airflow rate와 maximum SPL의 양의 상관관계를 통하여 코고는 소리의 감소는 최대공기유량율의 감소와 관련됨을 알 수 있었다. 즉 코골이를 공기유량의 흐름에 의해서 발생하는 연조직의 진동이라는 물리적 현상으로 이해될 수 있으며, 장치물의 착용이 이러한 공기의 흐름에 영향을 주는 주변 조직의 구조와 특성의 변화를 가져왔고 이를 통하여 최대 공기유량율의 감소는 코골이 소리의 감소로 나타났다.

1회당 코고는 시간을 의미하는 duration이 장치물 장착 후에 증가하였다. 실험 때에 1회당 코고는 시간을 일정하게 정하지 않고 환자가 편하게 코를 골도록 유도했다. 그 결과 환자들의 1회당 코고는 시간이 통계학적으로 증가하였다. 이는 코골이 시에 호흡 시 패턴이 공기유량이 균일하게 분산되므로 인하여 보다 이완된 호흡을 하고 있음을 뜻한다.

Maximum airflow rate 과 duration 사이에 음의 상관관계가 있었다. 이는 장치물을 장착함을 통하여 최대공기유량이 감소하는 대신에 공기유량이 보다 넓은 범위로 균일하게 분산되었다고 생각해 볼 수 있다. 상기도의 허탈이 잘 일어나는 코골이 환자를 대상으로 시간에 따른 airflow의 속도를 정량화한 연구에서도 코골이 시에 airflow의 최대속도는 증가하며 호흡 양식이 불규칙이며 짧아지는 것을 확인할 수 있었다¹⁸⁾.

Volume은 약간 증가하긴 했지만 통계학적으로 유의할 만한 변화는 아니었다. 이는 장치물을 통하여 기도의 용적이 증가하게 되고 이를 통하여 공기의 흐름이 보다 균일하게 분포되지만 기류속도는 오히려 떨어지게 되었다는 점과 코골이 시에 호흡의 패턴이 길어진다는 점이 비슷하게 상쇄되어 전체 공기유량에는 큰 변화가 없었을 것으로 생각된다.

Mean power의 감소의 의미 코골이 시에 성도에 주어진 근육의 강도(힘)이 감소되는 것으로 성도와 관련된 근육의 이완을 의미한다. 이는 공기 압력의 하강할 때에 후두근육의 긴장이 완화되는 음향학적인 특성을 생각해 볼 때 mean power의 감소는 기도 내의 공기압력의 감소를 의미할 수 있다. 이번 연구 방법은 수면 중의 자발적인 코골이 현상에 대한 공기역학적인 분석이 아닌 누운 자세에서 의도적인 코골이를 시행한 공기역학적인 분석이라는 점에서 한계가 있다. 이는 단순한 기도 내경의 변화 이외에도

호흡근의 세기와 조화, 피검자의 자발적 의지 등과 같은 다른 요인에 의해서 영향을 받을 수 있기 때문에 정확성이 떨어진다고 할 수 있다.

V. 결론

본 연구를 통하여 코골이 환자에게 있어서 sleep splint 착용 후 코고는 소리(MxSPL)의 감소를 확인할 수 있었고, 감소하게 된 원인으로는 최대공기유량

율의 감소와 관련이 있는 것으로 추정된다.

그 이유는 장치물 착용은 기도의 면적과 용적의 증가를 가져오며 이로 인하여 공기의 흐름은 보다 균일하게 분포되었기 때문으로 생각된다.

이와 동시에 균일해진 기류의 분포는 호흡 시에 보다 이완된 형태의 호흡양식으로 변화함을 관찰할 수 있었다.

참 고 문 헌

- Block AJ, Faulkner JA, Hughes AL, Remmers JE, Thach B : Factors influencing upper airway closure. *Chest*,1984,6;14-122
- Schmit-Nowara W., Lowe A., Wiegand L., et al. : Oral appliances for the treatment of snoring and obstructive sleep apnea: A review. *Sleep*, 1995, 18;501-510
- Gislason T, Almqvist M, Erikson G, Taube A, Boman G : Prevalence of sleep apnea syndrome among Swedish men. An epidemiological study. *J Clin Epidemiol*,1988,41:571-576
- Young T, Palta M, Dempsey J et al : The occurrence of sleep-disordered breathing among middle-aged adults. *N Engl J Med*,1993,328:1230-1235
- Rama AN, Tekwani SH, Kushida CA : Sites of obstruction in obstructive sleep apnea. *Chest*, 2002,122;1139-1147
- Kenzo N : Treatment of snoring and OSAS by dental method : by Sunashobo Publishers, Co. Ltd, 1999
- Standards of Practice Committee, American Sleep Disorders Association : Practice parameters for the treatment of snoring and obstructive sleep apnea with oral appliances. *Sleep*,1995,18;511-513
- Marklund M., Franklin K. A., Sahlin C., Lundgren R. : The effect of a mandibular advancement device on apneas and sleep in patients with obstructive sleep apnea. *Chest*,1998,113;707-713
- Lugaresi E, Cirignotta F, Coccagna G, and Montagna P : Clinical significance of snoring. In Saunders, N. and Sullivan, C.(eds.): *Sleep and Breathing*. New York : Dekker,1984,vol.21;283-298
- Lugaresi E, Cirignotta F, Montagna P, and Zucconi M : Snoring : pathophysiology and clinical consequences. *Semin. Respir. Med*.1988,9;577-585
- Igor Fajdiga : Snoring imaging: Could Bernoulli explain it all? *chest*,2005,128;896-901
- Masumi S., Nishigawa K., Williams A.J., et al. : Effect of jaw position and posture on forced inspiratory airflow in normal subjects and patients with obstructive sleep apnea. *Chest*,1996,109;1484-1489
- Ivanhoe JR., Cibirka RM., Lefebvre CA., Parr JR. : Dental considerations in upper airway sleep disorders : A review of the literature. *J Prosthet Dent*,1999, 82;685-698
- Kil-Jung Jeong, Dae-Ho Leem, Jong-Seok Lee, Jin-A Baek, Seung-O Ko, Hyo-Keun Shin, Hyun-Ki Kim : Aerodynamic study with and without wearing sleep splint for snoring. *KAMPRS*,2007,29(4);321-328
- Smith, SD: A three-dimensional airway assessment for the treatment of snoring and/or sleep apnea with jaw repositioning intraoral appliances : A case study. *J. Craniomandib. Practice*, 1996,14;332-343
- Xiaoguang Zhao, Yuehua Liu, Yan Gao :Three-dimensional upper-airway changes associated with various amounts of mandibular advancement in awake apnea patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*,2008,133;661-8
- J.W.De Backer, O.M.Vanderveken, W.G.Vos, A.Devolder, S.L.Verhulst, J.A.Verbraecken, P.M.Parizel, M.J.Braem, P.H.Van de Heyning, W.A. De Backer : Functional imaging using computational fluid dynamics to predict treatment success of mandibular advancement devices in sleep-disordered breathing. *Journal of Biomechanics*, 2007,40;3708-3714
- Tero Aittokallio, Mats Gyllenberg, Olli Polo : A model of a snorer's upper airway. *Mathematical Bioscience*,2001,170;79-90