

폐쇄성 수면무호흡증 환자에서 각성시 촬영한 상기도 전산화 단층촬영과 수면다원검사의 연관성

연세대학교 의과대학 이비인후과학교실,¹ 진단방사선학교실²

김지훈¹ · 정태섭² · 김나현¹ · 성상엽¹ · 이기봉¹ · 김경수¹

Relationship between Upper Airway Computed Tomography in the Awake State and Polysomnography in Obstructive Sleep Apnea Patients

Ji Hoon Kim, MD¹, Tae Sub Chung, MD², Na Hyun Kim, MD¹,
Sang Yeob Seong, MD¹, Gi-Bong Lee, MD¹ and Kyung-Su Kim, MD¹

¹Department of Otorhinolaryngology and ²Radiology, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

ABSTRACT

Background and Objectives : The aims of this study were to evaluate the anatomical features of patients with obstructive sleep apnea syndrome (OSAS) using upper airway computed tomography (CT) in the awake state, and to analyze the correlation between anatomical features and severity of polysomnography (PSG) findings. **Materials and Methods** : Sixty-eight patients presenting with snoring and sleep apnea were included, and upper airway CT in the awake state and PSG were performed in all patients. The average apnea-hypopnea index (AHI) and minimal arterial oxygen saturation (minSaO₂) values were calculated. The axial and sagittal images from the level of the nasopharynx to that of the hypopharynx were obtained and measured. The correlations of the anatomical parameters with AHI and minSaO₂ were statistically analyzed. **Results** : The significant parameters correlated with AHI were nasopharynx anterior-posterior (A-P) diameter and transverse diameter, soft palate transverse diameter, uvula length, tongue length, lingual transverse diameter, and hypopharynx A-P diameter & transverse diameter. The parameters correlated with minSaO₂ were nasopharynx transverse diameter and lingual transverse diameter. **Conclusion** : Upper airway analysis using CT in awake OSAS patients provides anatomical parameters which correlate with the severity of OSAS. Therefore, upper airway CT in the awake state may be helpful in diagnosing OSAS.

KEY WORDS : Airway obstruction · Tomogram · Sleep apnea, obstructive · Wakefulness.

서 론

수면 중 상기도의 협착으로 인해 호흡시 저항이 증가되면 단순 코골이나 폐쇄성 수면무호흡증 등의 상기도저항증후군을 일으키게 된다. 단순 코골이는 대부분 수면 건강상의 문제를 일으키지 않으나 폐쇄성 수면무호흡증의 경우는 고혈압, 허혈성 심질환, 뇌혈관 질환의 위험인자이며, 주간과다 기면을 초래하여 교통사고의 한 원인이 된다고 알려져

있다.¹⁾ 미국이나 유럽 등에서 연구된 결과에 의하면 폐쇄성 수면무호흡증의 가장 큰 원인은 비만으로 알려져 있으며 이는 상기도의 지방침착, 목 연부조직의 증가, 인두부 근육의 긴장도 저하 등에 의해 상기도가 좁아져서 폐쇄성 수면무호흡증을 일으키는 것으로 알려져 있다.²⁾ 그러나 서구와는 달리 비만이 많지 않은 국내나 일본에서도 폐쇄성 수면무호흡증을 호소하는 환자가 서구에 비해 적지 않다는 보고를 보면 폐쇄성 수면무호흡을 일으키는 원인이 매우 다양하다는 것을 의미한다고 하겠다.²⁾

수면무호흡증의 원인을 규명하고 적절한 치료법을 제시하기 위한 다양한 시도 중에서 두개골 계측(cephalometry)을 이용한 두경부 측면 촬영상의 여러 해부학적 계측지표를 이용한 연구가 많이 이루어져 왔다. 폐쇄성 수면무호흡증

본 연구는 저자의 학위논문 내용임.

논문접수일: 2010년 6월 9일 / 심사완료일: 2010년 8월 4일

교신저자: 김경수, 135-720 서울 강남구 도곡동 146-92

연세대학교 의과대학 이비인후과학교실

전화: (02) 2019-3463 · 전송: (02) 3463-4750

E-mail: ydrhinol@yuhs.ac

환자에서 흔한 두개골 계측 소견으로 하악 후방전위, 설골 하방전위, 긴 연구개 등이 대표적이다.¹³⁾ 그러나 이러한 두개골 계측은 상기도가 단면이 아닌 원통형의 입체구조임을 생각할 때 분명 한계가 있는 진단 도구이다. 또한 측정시 환자를 수면 시와 달리 비생리적으로 기립상태를 유지한다는 점과 단지 두개의 상만으로 평가가 이루어진다는 한계로 그 가치가 점점 줄어들고 있다. 최근에는 전산화 단층촬영(Computed Tomography, CT)을 이용한 상기도의 분석이 행하여지고 있으며 이는 원통형의 입체구조를 분석하는데 유리하고 또한 누운 자세에서 수행되므로 보다 수면에 가까운 상태에서 촬영이 되어 두개골 계측보다는 좋은 진단도구이다.⁴⁻⁷⁾

수면의 질을 평가하기 위해서는 수면다원검사가 필수적이고 가장 우수한 수단이다. 국제적으로 인정되는 진단기준은 정해져 있지 않지만 무호흡-저호흡지수(apnea-hypopnea index)가 10을 넘으면 폐쇄성 수면무호흡증후군으로 진단하게 된다.⁸⁾ 한편, 수면무호흡의 정도를 측정하는 방법의 하나로 최소 산소포화도가 중요하다. 이는 무호흡-저호흡지수와 더불어 수면무호흡증을 경도, 중등도, 고도의 세 단계로 분류하는 기준이 되며, 수술적 치료를 고려하는 경우 그 수치가 80% 이하에서는 구개수구개인두성형술을, 50% 이하에서는 기관절개술을 선택하게 하는 기준이 되기도 한다.⁸⁾

이처럼 수면무호흡증에 대해 해부학적 폐쇄를 알기 위한 CT와 수면의 질을 평가하기 위한 수면다원검사가 수면무호흡증을 호소하는 환자에 대해 시행되어 CT의 지표와 수면무호흡증 간의 연관성에 관한 연구가 행해져 왔다.⁴⁻⁷⁾ 각성시와 수면시에는 생리적 차이가 있으므로 가능하면 수면 중 시행한 CT를 이용하여 진단에 이용하면 더욱 정확하다는 장점이 있으나 한편으로는 촬영하기가 어렵고 수면 중 수면 시기에 따라 정도의 차이가 가능하며 입원이 필요하고 비용이 많이 든다는 단점도 있다.⁴⁾ 이에 본 연구의 목적은 코골이와 수면무호흡 증상을 호소하며 내원한 환자들을 대상으로 상기도 부위를 각성시 촬영한 CT를 이용해 여러 해부학적 항목을 계측하여 수면다원검사의 무호흡-저호흡지수, 최소 산소포화도와와의 상관성을 분석함으로써 각성시 촬영한 CT 상 어떤 해부학적 항목이 수면무호흡의 중증도와 상관성이 있는지를 살펴본다 각성시 상기도 CT의 진단적 가치를 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

연구대상

2007년 10월부터 2009년 5월까지 본원 이비인후과에서 코골이와 수면무호흡을 주증상으로 내원한 환자 중 상기도

CT와 수면다원검사를 모두 시행한 68명을 대상으로 하였다. 연구는 병원 IRB를 통과한 후 환자의 서면동의를 얻어 시행하였다.

상기도 CT 촬영

상기도 CT 촬영 시 각성상태의 환자는 검사대 위에 반듯이 누운 상태에서 환자의 후두부가 검사대에 닿도록 경부를 살짝 신전시킨 상태를 두부 고정 장치와 턱끈을 이용하여 일정하게 유지하였고 상하 치아가 닿도록 구강을 닫은 상태에서 혀끝을 하절치에 닿도록 하였다. 각성 상태의 유지를 위해 촬영 중간에 환자에게 손가락을 움직이도록 지시하였다. CT 촬영은 MDCT unit(Somatom Sensation 64 ; Siemens, Erlangen, Germany)을 사용하여 시행하였다. 각 영상은 120 kV 설정 하에서 이마골에서 흉골에 이르는 부위를 3 mm 간격으로 촬영하였다. 조영제는 전완부 정맥을 통하여 초당 1.5 mL의 속도로 총 100 mL를 주입하였다. 조영제 주입 후 조영영상을 바로 촬영하였다. 촬영시 환자는 편안한 일상호흡을 하였으며 이후 촬영은 2명의 방사선 촬영기사에 의해 이루어졌다.

상기도에 대한 도수(Parameters) 측정

상기 기술된 방법으로 촬영된 CT로부터 비인두 기도(nasopharynx airway)의 횡 단면적, 전후 및 좌우 직경, 연구개 기도(soft palate airway)의 횡 단면적, 전후 및 좌우 직경, 구개수(uvula)와 혀(tongue)의 길이 및 두께, 설근부 기도(lingual airway)의 횡 단면적, 전후 및 좌우 직경, 하인두 기도(hypopharynx airway)의 횡 단면적, 전후 및 좌우 직경을 각각 측정하였다. 비인두 기도는 후비극(posterior nasal spine)과 귀인두관용기(torus tubarius)가 뚜렷이 관찰되는 부위를 정하여 횡 단면적을 구하였고, 그 부위에서 후비극 후방부위로부터 전후 직경을 측정하였으며 전후 직경과 수직되게 가장 긴 부위를 좌우 직경으로 측정하였다(Fig. 1). 연구개 기도는 연구개(soft palate)와 구개수(uvula)에 의해 상기도 면적이 가장 좁아지는 부위를 정하여 면적과 전후 및 좌우 직경을 측정하였다(Fig. 2). 혀와 구개수의 길이 및 두께는, 비중격(nasal septum)의 후방부위가 잘 관찰되는 시상면을 선택하여 후비극에서 구개수 끝 부위까지의 직선거리를 구개수의 길이로, 또 이에 수직되는 가장 두꺼운 부위를 측정하여 구개수의 두께로 측정하였다. 후두개 계곡(vallecula)에서 하절치까지의 직선길이를 혀의 길이로, 또한 이에 수직을 이루는 가장 두꺼운 혀의 부위를 혀의 두께로 측정하였다(Fig. 3). 설근부(base of tongue)에 의해 상기도가 가장 좁아지는 부위를 설근부 기도(lingual airway)로

정하고 면적, 전후 직경, 좌우 직경을 측정하였다(Fig. 4). 하인두 기도(hypopharynx airway)는 설골(hyoid bone)이 가장 잘 보이는 부위를 정하여 역시 면적과 전후 직경, 좌우 직경을 측정하였다(Fig. 5). 각 상기도 부위에서의 단면적은 우선 상기 기술한 기준에 합당한 부위를 선택한 후 이

미지편집 프로그램(Photoshop CS, Adobe System Inc., SanJose, CA, USA)을 이용하여 계측할 면적을 도식화한 후 면적 측정 프로그램(Image Pro Plus V6.0, Media Cybernetics, Sarasota, FL, USA)을 이용하여 산출하였다. 또한 각 상기도 부위에서의 전후 및 좌우 직경, 길이 및 두께

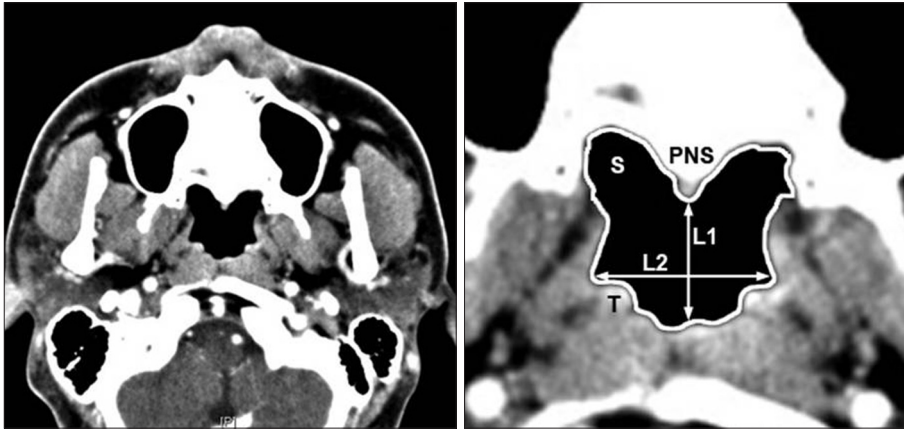


Fig. 1. Nasopharynx airway. PNS : posterior nasal spine, S : cross sectional area, T : torus tubarius, L1 : A-P diameter, L2 : transverse diameter.

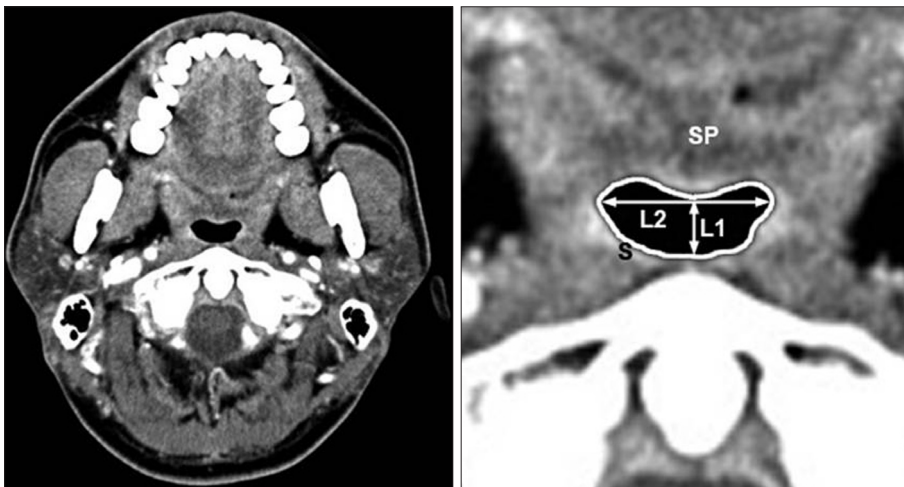


Fig. 2. Soft palate airway. SP : soft palate, S : cross sectional area, L1 : A-P diameter, L2 : transverse diameter.

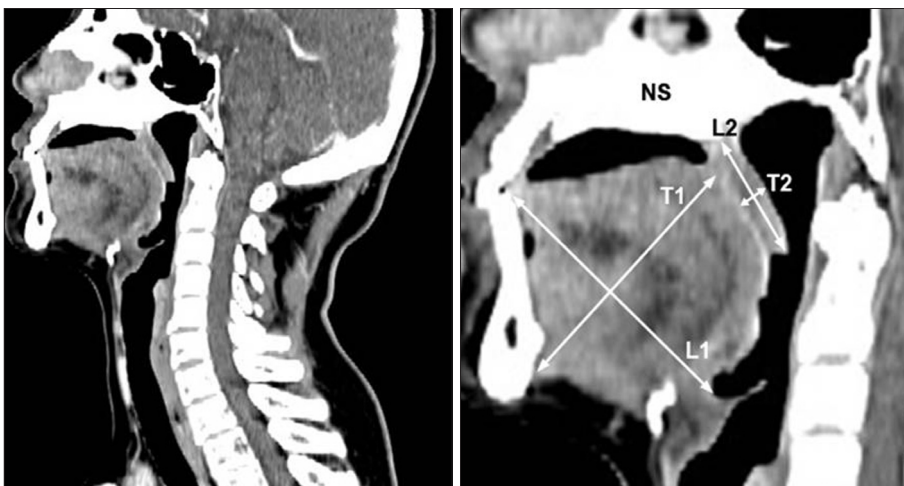


Fig. 3. Uvula and Tongue. NS : nasal septum, T1 : tongue thickness, L1 : tongue length, T2 : uvula thickness, L2 : uvula length.

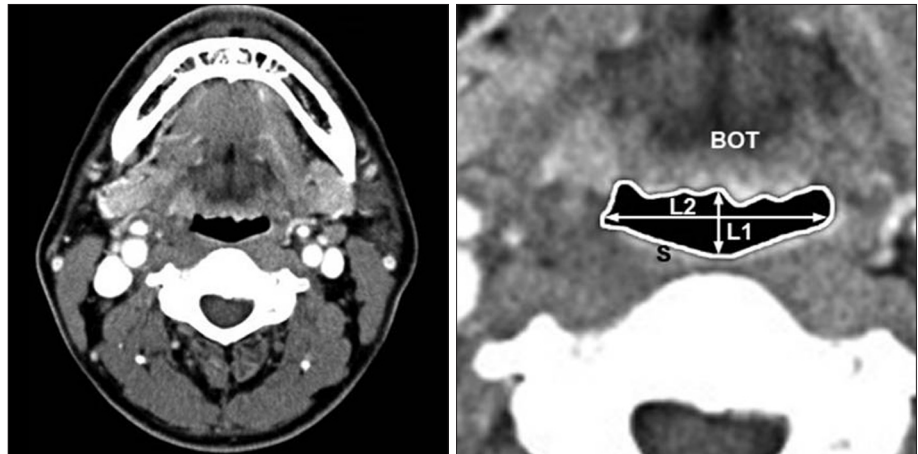


Fig. 4. Lingual airway. BOT : base of tongue, S : cross sectional area, L1 : A-P diameter, L2 : transverse diameter.

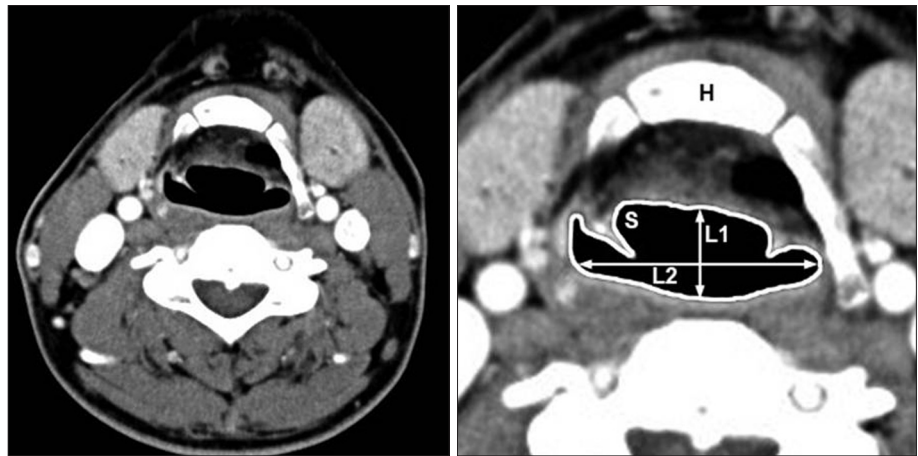


Fig. 5. Hypopharynx airway. H : hyoid bone, S : cross sectional area, L1 : A-P diameter, L2 : transverse diameter.

등은 영상 프로그램(GE Centricity Enterprise Web 2.0, GE Medical Systems, Milwaukee, WI, USA)에서 직접 측정하였다.

수면다원검사

수면다원검사는 신경과에서 32채널 수면검사기(Grass-telefactor V4.3.1, Grass Technologies, Astro-Med, Inc., West Warwick, RI, USA)를 사용하여 뇌파전극(F3/C3-A2, F4/C4-A1)을 통한 전기뇌파도, 안구운동, 근전도, 심전도, 공기의 출입 등을 측정하였다. 동맥혈 산소포화도는 수지에 부착하는 맥박 산소농도계(Model 340 pulse oximetry, Mediad Inc., Cerritos, CA, USA)를 통해서 기록되었다. 코골이 때 발생하는 소음은 경부에 부착하는 마이크를 통해 녹음하였다. 수면 단계는 Rechtschaffen과 Kales에 의해 표준화된 개정기준에 따라 구분하였다.⁸⁾

통계분석

수면 다원검사에서 무호흡-저호흡지수와 최소 산소포화도(minSaO₂) 결과치를 변수로 하여 위의 다양한 해부학적

계측치와 단순상관 분석(Pearson's correlation coefficient)을 시행하였다. 통계학적 검증 방법으로 SPSS 13 프로그램을 이용하였으며 유의수준 5%에서 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

68명의 대상 중 남자가 60명(88.2%), 여자가 8명(11.8%) 이었고, 연령은 23세에서부터 79세까지로 평균연령은 50.6세이었다. 수면지표 중 무호흡-저호흡지수의 평균과 표준편차는 29.06±21.80, 최소산소포화도의 평균과 표준편차는 80.38±9.12(%)이었다.

비인두 기도

비인두 기도에서 횡 단면적의 평균은 604.46 mm²(±157.48), 전후 직경의 평균은 19.43 mm(±4.95), 좌우 직경의 평균은 27.88 mm(±4.88)이었다. 도수 측정 결과 횡 단면적과 무호흡-저호흡지수 간에는 통계적으로 유의성이 없었다(p=0.581). 전후 직경과 무호흡-저호흡지수 간에서는

통계적으로 유의 있게($p=0.017$) 전후 직경이 짧을수록 무호흡-저호흡지수가 큰 것으로 나타났으며, 좌우 직경과 무호흡-저호흡지수 사이에도 전후 직경과 마찬가지로 통계적으로 유의하게($p=0.017$) 좌우 직경이 짧을수록 무호흡-저호흡지수가 큰 것으로 나타났다. 비인두 기도에서 측정된 도수와 최소 산소포화도 간에는 좌우 직경에서 통계적 유의성이 관찰되었다($p=0.026$)(Table 1).

연구개 기도

연구개 기도에서 횡 단면적의 평균은 $84.88 \text{ mm}^2 (\pm 45.41)$, 전후 직경의 평균은 $6.67 \text{ mm} (\pm 2.37)$, 좌우 직경의 평균은 $13.23 \text{ mm} (\pm 5.12)$ 이었다. 횡 단면적은 무호흡-저호흡지수와 음의 상관관계를 보이거나($r=-0.169$) 통계적 유의성은 없었고, 전후 직경은 무호흡-저호흡지수와 약한 양의 상관관계를 가지나($r=0.034$) 역시 통계적 유의성은 없었다. 좌우 직경은 통계적으로 유의 있게($p=0.036$) 수치가 작을수록 무호흡-저호흡지수가 커지는 것으로 조사되었다. 연구개 기도와 최소 산소포화도 간에는 횡 단면적과 좌우 직경이 클수록 최소 산소포화도가 증가하고 전후 직경이 길수록 최소 산소포화도는 감소하는 관계가 관찰되었으나 통계적으로 유의하지는 않았다(Table 2).

구개수와 혀

구개수 길이의 평균은 $37.52 \text{ mm} (\pm 5.87)$, 두께의 평균은 $10.64 \text{ mm} (\pm 1.49)$ 이었고, 혀 길이의 평균은 $75.99 \text{ mm} (\pm 7.18)$, 두께의 평균은 $58.85 \text{ mm} (\pm 5.32)$ 이었다. 후비극에서 구개수 끝 부위까지의 길이, 즉 구개수의 길이가 길수록($p=0.035$), 그리고 혀의 길이가 길수록($p=0.025$) 통계적으로 유의 있게 무호흡-저호흡지수의 수치가 상승하는 것으로 파악되었다. 반면, 구개수의 길이와 혀 길이가 길면 최소 산소포화도가 감소하는 것으로 관찰되었으나 통계적 유의성은 없었다(Table 3).

설근부 기도

설근부 기도에서 횡 단면적의 평균은 $254.02 \text{ mm}^2 (\pm 116.93)$, 전후 길이의 평균은 $12.85 \text{ mm} (\pm 4.29)$, 좌우 길이의 평균은 $24.35 \text{ mm} (\pm 7.24)$ 이었다. 이번 연구결과에 의하면 설근부 기도의 횡 단면적은 무호흡-저호흡지수와 양의 상관관계를 가지고 있었으나($r=0.044$) 통계적 유의성은 없었다. 전후 직경 또한 무호흡-저호흡지수와 통계적 유의성은 없었으며, 좌우 직경은 그 길이가 짧을수록 통계적으로 유의하게($p=0.047$) 무호흡-저호흡지수가 큰 것으로 나타났다. 또한 설근부 기도에서 측정된 도수 중 좌우 직경만이 통계적으로 유의하게($p=0.032$) 그 크기가 길수록 최

Table 1. Correlation between anatomical parameters of nasopharynx airway, apnea-hypopnea index and minimal O_2 saturation (n=68)

		Correlation with AHI		Correlation with minSaO ₂	
		r	p value	r	p value
Nasopharynx airway	Area	-0.068	0.581	0.026	0.832
	A-P diameter	-0.289	0.017*	0.184	0.133
	Transverse diameter	-0.288	0.017*	0.270	0.026*

* : $p < 0.05$. AHI : apnea-hypopnea index, minSaO₂, minimal O_2 saturation

Table 2. Correlation between anatomical parameters of soft palate airway, apnea-hypopnea index and minimal O_2 saturation (n=68)

		Correlation with AHI		Correlation with minSaO ₂	
		r	p value	r	p value
Soft palate airway	Area	-0.169	0.169	0.082	0.507
	A-P diameter	0.034	0.785	-0.032	0.795
	Transverse diameter	-0.255	0.036*	0.152	0.214

* : $p < 0.05$. AHI : apnea-hypopnea index, minSaO₂, minimal O_2 saturation

Table 3. Correlation between anatomical parameters of uvula and tongue, apnea-hypopnea index and minimal O_2 saturation (n=68)

		Correlation with AHI		Correlation with minSaO ₂	
		r	p value	r	p value
Uvula	Length	0.256	0.035*	-0.134	0.277
	Thickness	-0.068	0.583	0.188	0.124
Tongue	Length	0.273	0.025*	-0.219	0.073
	Thickness	-0.094	0.446	0.066	0.591

* : $p < 0.05$. AHI : apnea-hypopnea index, minSaO₂, minimal O_2 saturation

Table 4. Correlation between anatomical parameters of lingual airway, apnea-hypopnea index and minimal O₂ saturation (n=68)

		Correlation with AHI		Correlation with minSaO ₂	
		r	p value	r	p value
Lingual airway	Area	-0.044	0.724	0.034	0.786
	A-P diameter	0.153	0.212	-0.016	0.894
	Transverse diameter	-0.242	0.047*	0.261	0.032*

* : $p < 0.05$. AHI : apnea-hypopnea index, minSaO₂, minimal O₂ saturation

Table 5. Correlation between anatomical parameters of hypopharynx airway, apnea-hypopnea index and minimal O₂ saturation (n=68)

		Correlation with AHI		Correlation with minSaO ₂	
		r	p value	r	p value
Hypopharynx airway	Area	0.012	0.921	0.040	0.744
	A-P diameter	0.298	0.014*	-0.197	0.108
	Transverse diameter	-0.251	0.039*	0.211	0.083

* : $p < 0.05$. AHI : apnea-hypopnea index, minSaO₂, minimal O₂ saturation

소 산소포화도가 증가하였다(Table 4).

하인두 기도

하인두 기도에서 횡 단면적의 평균은 341.44 mm²(\pm 127.59), 전후 직경의 평균은 14.90 mm(\pm 3.22), 좌우 직경의 평균은 32.45 mm(\pm 7.62)이었다. 하인두 기도에서 횡 단면적은 무호흡-저호흡지수나 최소 산소포화도와 통계적 유의성이 없었고 전후 직경이 길수록($p=0.014$), 좌우 직경이 짧을수록($p=0.039$) 유의하게 무호흡-저호흡지수가 상승하나 최소 산소포화도와는 모두 통계적 유의성이 관찰되지 않았다(Table 5).

고 찰

가능하면 환자의 수면 중 CT 영상을 얻는 것이 좋겠으나, 이러한 CT 영상을 얻기에 시간, 경제적인 면, 위험도 등 여러 면의 고려가 필요하므로 외래에서 간단히 행할 수 있는 상기도 CT를 이용하여 환자의 수면다원검사의 결과 중 의의가 있다고 밝혀진 무호흡-저호흡지수와 최저 산소포화도와의 상관관계를 연구함으로써 수술 전 검사로서의 CT의 유용성을 알기 위해 본 연구를 시행하였다. CT를 촬영 시 해부학적 구조를 관찰하기 위해서는 조영제 없이도 가능하나 본 연구에서 조영제를 사용한 이유로, 수면무호흡에 대한 정보를 알아보는 것 이외에도 코, 갑상선, 후두부 등에 동반되는 질환 여부를 알기 위해서였다.

본 연구결과에 의하면 비인두 기도에서 전후 직경이 짧을수록, 좌우 직경이 짧을수록 무호흡-저호흡지수가 큰 것으로 나타났다. 비인두 기도에 대해서 수면무호흡증 환자의 경우 정상인에 비해 비인두가 좁으며 특히 전후 직경이 짧

을수록 무호흡-저호흡지수 수치가 올라간다는 보고가 있다.¹⁾ 이 외에도 비인강 종양에 의해 유발되는 비인두 기도의 횡 단면적 축소가 수면무호흡을 일으켰다고 보고와 아테노이드 비대에 유발된 수면무호흡증에 관한 많은 보고들을 참고하여 볼 때, 비인강 기도의 상태가 수면무호흡증 발생에 일정 원인으로 작용함이 분명하다.⁹⁾¹⁰⁾ 그러나, 본 연구에서 기존의 보고와 다르게 횡 단면적이 증상의 정도와 통계적 유의성을 보이지 않은 것은 비인두 기도의 횡 단면적을 선택할 때, 본 연구에서는 가능한 객관적 구조인 후비극과 같은 골구조를 선택하였는데 이 경우 다른 부위에 비해 적은 연조직 성분으로 인해 호흡에 따른 면적의 변화가 적고 이에 따라 증상의 정도에 미치는 영향도 크지 않을 것으로 생각한다. 결과적으로 전후 및 좌우 직경이 짧을수록 무호흡-저호흡지수가 증가하므로, 비인강이 좁을수록 수면무호흡이 심해진다고 말할 수 있으며 수면무호흡증 환자의 CT 영상 분석에서 비인강의 해부학적 상태를 점검해야 할 필요성을 나타낸다고 하겠다.

연구개 기도에 대해서는 기존의 많은 연구가 연구개와 구개수, 구인두 후벽으로 이루어져 있는 연구개 기도의 협착이 코골이 및 수면무호흡의 가장 큰 원인이라고 제시한 바 있다.¹¹⁾¹²⁾ 정상 체중의 수면무호흡증 환자들에게서 연구개 부위의 전후 길이의 단축, 연구개 길이의 증가, 비인두 및 구인두 기도의 전후 길이 감소 등의 해부학적 특징이 관찰된다고 하며,²⁾ Chen 등은 연구개 기도의 횡 단면적이 무호흡-저호흡지수와 관련이 있다고 하였다.¹³⁾ 다른 보고에 의하면 환자의 각성 상태에서 코골이 환자군과 정상군 사이에 연구개 기도의 전후 길이에서 차이가 있었다.¹⁴⁾ 본 연구도 연구개 기도의 협착, 특히 횡 단면적이나 전후 직경이 수면무호흡의 증중도와 가장 큰 상관관계를 보일 것으로 예상하였다.

하지만 이번 연구 결과에서 횡 단면적과 전후 직경은 수면 무호흡증의 중증도와 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 오히려 좌우 직경이 짧을수록 유의하게 무호흡의 증상이 심해지는 결과를 보였다. 이러한 결과에 대해 여러 해석이 가능할 것이나 우선 생리학적인 면을 생각할 수 있다. 연구개 부위는 기존의 연구에서 수면무호흡 환자에서 가장 좁아져 있는 부위로 관찰되어 왔다. 하지만 다른 부위에 비해서 연조직이 풍부하고 이로 인해 호흡의 영향에 따라 그 단면적의 변동이 심한 부위이기도 하다. 또한 혀의 위치가 앞쪽에 위치하느냐, 뒤쪽에 위치하느냐에 따라 단면적과 직경의 변동이 가능한 부위이다. 따라서, CT 촬영시 환자의 호흡과 혀의 위치를 어떻게 통일시키는가에 따라 그 결과가 기존의 결과와 상이하게 도출될 수 있겠다. 기존의 연구에서는 호흡의 경우 들숨 또는 날숨을 선택하여 촬영을 시도하였으나 혀의 위치에 있어서는 어떤 기준이 없었다.⁴⁻⁶⁾ 혀의 위치에 대한 일정한 기준이 없는 경우 환자가 누워 있는 상태에서 혀끝을 구개 쪽으로 위치시키면 혀에 의한 연구개 밀림 효과로 연구개 기도의 전후 직경이 짧아지게 된다. 또한 기존의 연구에서 연구개 기도의 전후 직경을 측정하면서 구개수를 기준으로 정하기도 하였는데 구개수는 연구개에 비해 유동성이 큰 조직으로 호흡 뿐 아니라 중력에 의해서도 영향을 받아 결과적으로 연구개 전후 직경이 짧아지게 된다.⁵⁻⁷⁾ 본 연구에서 CT 촬영시 환자의 호흡은 편한 일상호흡을 유지하였고 혀의 위치는 혀끝을 하절치에 접근시켜 통일성을 유도하였다. 혀를 하절치에 접근시키는 경우 혀근육의 긴장도가 유지되고 이로 인해 연구개 부위의 근육의 긴장도 역시 유지되는 상황에서 혀에 의한 연구개 밀림 효과가 줄어들게 되고 중력에 의한 영향도 적게 받게 되어 기존의 연구 결과와는 다르게 횡 단면적 및 전후 직경이 무호흡-저호흡지수와 통계적 유의성을 보이지 않았다고 생각한다. 앞으로의 연구에서는 호흡의 들숨과 날숨의 어떠한 상태에서, 그리고 방사선 촬영시 혀를 어떤 위치에 고정시키는가에 따라 수면시와 가장 흡사한 상태에서 촬영을 할 수 있는지에 대한 연구가 필요할 것으로 생각한다. 또 다른 원인으로 동양인과 서양인 간의 다른 인종에 따른 해부학적 구조의 차이가 원인일 수 있으며 실제로 동양인은 서양인들과는 달리 비만도는 높지 않아도 코골이 및 수면무호흡의 빈도가 서양에 비해 낮지 않다는 점을 염두에 둘 때 앞으로 이에 대한 국내 및 동양인들을 대상으로 하여 더욱 많은 연구결과가 있어야 하며 기존 서양에서 고안되어 서양인에게 적용되던 수술적 처치 방법에 대한 검토도 이에 따라 이루어져야 한다고 생각한다.²⁾

구개수와 혀에 대해서는 구개수 길이가 길수록, 그리고 혀의 길이가 길수록 무호흡-저호흡지수가 증가하는 결과

를 보였다. 그리고 구개수의 길이가 길면 최소 산소포화도가 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 연구결과는 기존의 많은 연구결과와 일치하는 것으로¹⁻³⁾¹²⁾ 구개수나 혀의 두께보다는 CT 측면 상에서 관찰되는 구개수의 길이나 혀의 길이가 수면무호흡의 중증도와 관련이 있음을 알 수 있다. 특히 기존의 연구에서 비만 환자에서 단순 코골이 환자 또는 정상체중의 수면무호흡증 환자에 비해 혀의 길이가 의미 있게 더 길었다고 보고하고 있으며,²⁾ 이번 연구에서도 혀의 길이가 무호흡-저호흡지수와 비교적 상관관계가 높은 것으로 나타나 기존의 연구와 일치하는 결과였다.

설근부 기도에 대해서는 실제로 많은 수면무호흡증 환자들이 설근부 부위 조직의 비대를 보이며 이러한 근거를 바탕으로 다양한 수술기법을 이용하여 설근부의 용적을 축소시키고 이로 인해 양호한 수술 결과를 얻었다는 보고가 있다.¹⁵⁾ 이번 연구결과에서 설근부 기도의 횡 단면적이 좁을수록, 전후 직경이 길수록 무호흡이 심해졌으나 통계적 유의성은 보이지 않았다. 그리고 좌우 직경이 짧을수록 무호흡이 심해지며 산소포화도 역시 감소하는 결과가 관찰되었다. 이러한 결과는 전후 직경이 짧을수록 무호흡이 심해진다는 기존의 보고와 차이를 보이는 결과이다.¹⁶⁾¹⁷⁾ 이는 실험대상이 각성 상태에서 CT를 촬영할 때 혀의 위치를 하절치에 접근시키는 경우 혀근육의 긴장도가 유지되며 따라서 설근부 위치의 고정성이 유지된 결과라 하겠다. 그리고 CT와 같은 방사선 검사가 수면 상태에서는 촬영이 어렵다는 현실적인 문제를 고려할 때 이번 연구 결과에서 알 수 있듯이 각성 상태에서는 좌우 직경의 변화가 환자의 무호흡 정도를 예측하는데 있어서 그 가치가 더 크다고 하겠다. 또한, 수면무호흡증의 가능한 원인으로 제시되는 설근부 기도의 협착과 이에 근거한 설부 축소수술의 수술 대상군 선정시 방사선 결과를 이용할 때는 더욱 신중을 기울여야 하며 대상군 선정에 실패시 수술 결과가 기대만큼 양호하지 않을 수도 있음을 의미한다고 하겠다.

하인두 기도에 있어서 횡 단면적은 무호흡-저호흡지수나 최소 산소포화도와 상관성이 없었으나, 좌우 직경이 짧을수록 무호흡이 심해지는 결과를 보였다. 한편 전후 직경이 길수록 무호흡의 증상은 심해지는 것으로 나타났다. 비만 환자를 단순 코골이 환자와 비교했을 때 더욱 전방으로 이동한 설골, 더 길게 연장된 혀와 연구개의 특징을 보인다고 하였고,²⁾ 하인두의 전후 직경이 건강한 사람들에 비해 수면무호흡증 환자에서 더 길고 이러한 하인두의 특성이 연구개 부위의 협착과 같이 동반될 때 수면무호흡이 발생되거나 심해진다고 하였다.¹⁸⁾ 즉, 호흡기류가 연구개 부위 협착 지점을 통과하고, 이어지는 설근부와 하인두 기도가 상대적으로 넓을시에는

연구개 부위에 음압이 크게 작용함으로써 수면무호흡에 중요한 원인을 제공하는 것으로 생각된다. 따라서 본 연구는 이러한 결과와 일치하는 결과이나 향후 하인두 기도의 전후 직경을 포함한 특성을 특히 연구개 기도의 양상과 비교하여 살펴볼 필요가 있다고 생각한다.

저자들은 각성 상태의 환자를 대상으로 상기도 부위의 도수를 측정하였다. 이러한 경우 수면 상태와는 다른 결과를 도출할 가능성이 충분하다. 따라서 일부 기존의 연구는 약물을 이용하여 환자의 수면 상태를 유도하여 상기도 도수를 측정하기도 한다. 하지만 자연스런 수면 상태와 유도된 수면 상태 사이의 음향학적 차이를 들어 두 가지 상태 사이에 분명한 병태생리학적 차이가 있다는 보고가 있다.¹⁹⁾ 따라서 유도된 수면 상태에서 진행된 연구가 각성 상태에서의 연구보다 수면 상태와 근접한 결과를 보인다고 하기엔 무리가 있다. 오히려 각성 상태에서의 연구가 방법상의 일관성, 편의성 등을 고려할 때 연구진행에 적합한 방법이라 할 수 있다. 이후의 연구에서는 각성 상태일지라도 수면시와 유사한 환경을 조성할 수 있는 방법을 고안하여 영상촬영을 시행하거나, 위에서 기술한 것처럼 환자군의 세분화하여 진행할 필요가 있을 것으로 생각한다. 또한 이미 수술적 치료를 받은 환자에서는 무호흡 증상과 어떤 해부학적 계측치가 연관되는지에 대해서도 연구가 진행되어야 하겠다.

이번 연구의 한계점으로는 우선, 상기도의 양상을 기존의 2차원으로 측정하던 것에 비해 3차원적으로 보다 입체적으로 측정할 수 있었으나 그 방향이 수평적으로만 진행되었다는 점이다. 상기도 근육의 움직임은 수평적으로 이완과 수축을 반복하며 수직적, 경사적으로도 반복 움직임을 보이는 역동적인 구조이지만 이번 연구에서 이를 충분히 반영할 수 없었다. 또한 비만이 동반된 환자와 동반되지 않은 환자 사이에 무호흡의 중증도 및 이와 관련있는 인자 사이에 차이가 있다는 보고에서처럼 환자군을 비만여부에 따라, 혹은 나이에 따라 세분화하지 못하였다는 점은 추후 추가적으로 이루어져야 할 것으로 생각한다.²⁰⁾ 본 연구의 한계 중 하나로 수면다원검사 소견에서 정상으로 나온 대상에서의 CT 수치와 비교가 되지 않은 것이다. 이에 현재의 결과로는 CT 상 구조물을 관찰하여 도출된 여러 수치와 수면다원검사의 수치간의 연관성을 추론할 수 있는 정도이나 향후 정상에서의 CT 소견과 비교를 통해 둘 간에 더욱 직접적인 관계를 알 수 있으리라 생각한다.

결 론

이번 연구에서 CT 촬영은 환자의 의식은 각성상태에서,

자세는 경부를 신전시킨 고정되고 통일된 상태에서 이루어졌다. 이로 인해 근 긴장도 감소, 심박동, 혈압, 호흡의 상승 혹은 감소와 같은 수면시에 나타나는 생리적 현상을 충분히 반영할 수 없는 한계점이 있었다. 하지만, 기존의 두개골계측에 의한 해부학적 계측치로 판단하는 것보다 CT를 이용하면 3차원적인 상기도의 양상을 파악하는데 더 유리하며 이러한 CT를 이용한 계측치의 많은 부분이 수면무호흡의 중증도를 파악하는데 통계적으로 유의한 결과를 보였으므로 이를 바탕으로 각성시 CT를 이용해 수면다원검사 소견 중 무호흡 증상이 심한 환자를 선별할 수 있는 기초자료를 마련한 것으로 생각한다.

중심 단어 : 기도폐색 · 전산화 단층촬영 · 폐쇄성 수면무호흡증 · 각성상태.

저자역할(Author Contributions)

김경수는 본 연구에서 모든 자료에 접근할 수 있으며 자료의 완전성과 자료 분석의 정확성에 책임을 지고 있습니다. 연구 기획 : 김경수, 김지훈, 정태섭, 자료 해석 및 분석 : 김지훈, 김나현, 정태섭, 성상엽, 논문초안 : 김지훈, 논문수정 : 김경수, 정태섭, 이기봉, 연구 총괄 : 김경수.

REFERENCES

- 1) Ishiguro K, Kobayashi T, Kitamura N, Saito C. Relationship between severity of sleep-disordered breathing and craniofacial morphology in Japanese male patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107:343-9.
- 2) Yu X, Fujimoto K, Urushibata K, Matsuzawa Y, Kubo K. Cephalometric analysis in obese and nonobese patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Chest* 2003;124:212-8.
- 3) Yao M, Utley DS, Terris DJ. Cephalometric parameters after multilevel pharyngeal surgery for patients with obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 1998;108:789-95.
- 4) Bhattacharyya N, Blake SP, Fried MP. Assessment of the airway in obstructive sleep apnea syndrome with 3-dimensional airway computed tomography. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000;123:444-9.
- 5) Yucel A, Unlu M, Hakatanir A, Acar M, Fidan F. Evaluation of the upper airway cross-sectional area changes in different degrees of severity of obstructive sleep apnea syndrome: cephalometric and dynamic CT study. *Am J Neuroradiol* 2005;26:2624-9.
- 6) Avrahami E, Englender M. Relation between CT axial cross-sectional area of the oropharynx and obstructive sleep apnea syndrome in adults. *Am J Neuroradiol* 1995;16:135-40.
- 7) Shepard JW Jr, Thawley SE. Evaluation of the upper airway by computerized tomography in patients undergoing uvulopalatopharyngoplasty for obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 1989;140:711-6.
- 8) Moser D, Anderer P, Gruber G, Parapatics S, Loretz E, Boeck M, et al. Sleep classification according to AASM and Rechtschaffen & Kales: effects on sleep scoring parameters. *Sleep* 2009;32:139-49.
- 9) Shibata N, Nishimura T, Morishima N, Hasegawa K, Iwanaga K, Yagisawa M. A case of sleep apnea syndrome due to a nasopharyngeal tumor. *Nippon Jibiinkoka Kakkai Kaiho* 1996;99:6-12.

- 10) Gao X, Zeng X, Fu M. Nasopharyngeal size in obstructive sleep apnea syndrome. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Ke Za Zhi* 1999;34:166-9.
- 11) Soga T, Nakata S, Yasuma F, Noda A, Sugiura T, Yatsuya H, *et al.* Upper airway morphology in patients with obstructive sleep apnea syndrome: effects of lateral positioning. *Auris Nasus Larynx* 2009; 36:305-6.
- 12) Thulesius HL, Thulesius HO, Jessen M. Pharyngometric correlations with obstructive sleep apnea syndrome. *Acta Otolaryngol* 2004;124:1182-6.
- 13) Chen NH, Li KK, Li SY, Wong CR, Chuang ML, Hwang CC, *et al.* Airway assessment by volumetric computed tomography in snorers and subjects with obstructive sleep apnea in a Far-East Asian population (Chinese). *Laryngoscope* 2002;112:721-6.
- 14) Olszewska E, Sieskiewicz A, Rozycki J, Rogalewski M, Tarasow E, Rogowski M, *et al.* A comparison of cephalometric analysis using radiographs and craniofacial computed tomography in patients with obstructive sleep apnea syndrome: preliminary report. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2009;266:535-42.
- 15) Steward DL. Effectiveness of multilevel (tongue and palate) radio-frequency tissue ablation for patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Laryngoscope* 2004;114:2073-84.
- 16) DeBerry-Borowiecki B, Kukwa A, Blanks RHI. Cephalometric analysis for diagnosis and treatment of obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 1988;98:226-34.
- 17) Zucconi M, Ferini-Strambi L, Palazzi S, Orena C, Zonta S, Smirne S. Habitual snoring with and without obstructive sleep apnea: the importance of cephalometric variables. *Thorax* 1992;47:157-61.
- 18) Polo OJ, Tafti M, Fraga J. Why don't all heavy snorers have obstructive sleep apnea?. *Am Rev Respir Dis* 1991;143:1288-93.
- 19) Jones TM, Ho MS, Earis JE, Swift AC, Charters P. Acoustic parameters of snoring sound to compare natural snores with snores during 'steady-state' propofol sedation. *Clin Otolaryngol* 2006;31:46-52.