

폐쇄성 수면무호흡증 환자의 두개골계측 소견과 수면다원검사의 연관성

대구가톨릭대학교 의과대학 이비인후과학교실
신승헌 · 예미경 · 신동원 · 박준영 · 최성용

Correlation between Polysomnography and Cephalometric Findings in Obstructive Sleep Apnea Syndrome

Seung-Heon Shin, MD, Mi-Kyung Ye, MD, Dong-Won Shin, MD,
Jun-Young Park, MD and Sung-Yong Choi, MD

Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, School of Medicine,
Catholic University of Daegu, Daegu, Korea

—ABSTRACT—

Background and Objectives : The polysomnography is essential for diagnosis of obstructive sleep apnea syndrome (OSAS) and provides important objective informations. But that is cumbersome, expensive and time consuming. The cephalometry is easy to perform on an outpatient basis and well demonstrates bony and soft tissue structures. The purpose of this study was to compare results of polysomnography with cephalometry, and to know the important anatomic landmarks, which influence the severity of OSAS. **Materials and Method** : We carried out a retrospective study of 42 OSAS patients. All OSAS patients had full night polysomnography. Twenty cephalometric variables and body mass index were measured in all subjects. Cephalometric variables were compared between supine and erect position of patients and correlation between polysomnographic findings (apnea-hypopnea index and O₂ saturation) and multiple parameters in cephalometry were analyzed by Pearson correlation test. **Results** : Apnea-hypopnea index was correlated with perpendicular distance from the antero-superior point of the hyoid to the mandibular line, length between retrognathion and hyoid, length between vallecula and tongue tip and cross-sectional area of oropharynx. Oxygen saturation was correlated with length between the anteroinferior tip of the C3 vertebra and hyoid, length between vallecula and tongue tip, length between retrognathion and hyoid, cross-sectional area of tongue and cross-sectional area of soft palate. **Conclusion** : Several parameters of cephalometry were correlated with the results of polysomnography and the cephalometric study is a simple and useful method to analyze OSAS patients. (J Clinical Otolaryngol 2008;19:193-199)

KEY WORDS : Obstructive sleep-apnea syndrome · Cephalometry · Polysomnography.

서 론

폐쇄성 수면무호흡증은 수면호흡장애 질환 중 가장 흔한 질환으로 1976년 Guileminault 등¹⁾이 처음 보고한

이후 이 질환의 발병기전에 관한 많은 연구가 이루어져 왔다. 폐쇄성 수면무호흡증은 수면 중 구강과 비강을 통한 호흡기류가 10초 이상 정지하는 무호흡이 수면시간당 5회 이상이거나 7시간 이상의 수면 중 30회 이상의 무호흡을

논문접수일 : 2008년 7월 14일 / 논문수정일 : 2008년 8월 5일 / 심사완료일 : 2008년 8월 27일

교신저자 : 신승헌, 705-034 대구광역시 남구 대명 4동 3056-6 대구가톨릭대학교 의과대학 이비인후과학교실

전화 : (053) 650-4525 · 전송 : (053) 650-4533 · E-mail : hsseung@cu.ac.kr

기준으로 하며, 전체 인구의 1~2% 정도에서 발생한다.²⁾ 폐쇄성 수면무호흡증의 병태생리는 아직 논란의 여지가 있으나, 일반적으로 두개안면의 골격 이상과 상기도근의 긴장도 감소에 의한 상기도의 폐쇄에 의해 발생하며 특히 인두부위가 주된 협착부위로 알려져 있다. 폐쇄성 수면무호흡증 환자는 코골음, 무호흡, 각성반응, 주간기면, 두통, 고혈압, 부정맥 등의 증상을 호소하며, 수면 중 상기도 폐쇄에 의한 저산소증과 고탄산증은 정상 수면의 단절, 자율신경계 활동의 자극을 초래하여 심혈관계, 호흡기계, 신경정신계 등 전신 질환을 유발한다. 이러한 동반 질환은 중요한 내과적 만성 질환으로 수면무호흡증에 대한 정확한 진단과 적극적인 치료가 환자의 건강과 삶의 질 향상을 위해서 중요하다.

진단으로는 병력청취, 기도폐쇄 부위 확인을 위해 이학적검사, 비인두섬유경을 이용한 Müller법, 두개골방사선계측, cinefluorography, 컴퓨터단층촬영, 자기공명영상촬영, 전자선단층촬영(electron beam tomography) 등이 있으나 정확한 기도 폐쇄 부위에 대한 정보를 얻는 데는 한계가 있다. 수면다원검사는 수면무호흡증의 진단에 가장 객관적이고 의미 있는 검사로 환자의 수면양상 등 수면시 발생하는 호흡장애와 관련된 여러 정보들을 제공한다. 그러나 검사 방법이 복잡하고 시간이 많이 소요되며 고비용이어서 사용에 제한점이 있다.

본 연구는 외래에서 쉽게 시행할 수 있고 상기도의 골격과 연부조직을 잘 나타내는 두개골방사선계측을 시행하여 여러 가지 해부학적 지표의 결과와 수면다원검사 결과를 비교함으로써 두개골방사선계측이 폐쇄성 수면무호흡증을 얼마나 잘 반영하는지, 수면무호흡을 예측할 수 있는 해부학적 지표가 무엇인지 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

코골이 및 수면무호흡을 주소로 내원한 수면무호흡 환자 42명(남성 40명, 여성 2명, 평균연령 40.8세)을 대상으로 하여, 체질량지수, 두개골방사선계측과 수면다원검사를 시행하였다.

두개골방사선계측

두개골방사선계측은 정립자세 및 앙와위에서 연부조직

밀도로 100 cm거리에서 55 kv로 촬영하였으며 설부와 인두부의 연부조직의 윤곽선을 확인하기위해 방사선 조영제(Solotop®, 태준제약(주), 한국)로 설배부를 코팅했다. 촬영한 필름은 PACS system을 이용하여 환자에 대한 정보가 없는 숙달된 이비인후과 의사에 의해 판독되었으며, 총 20가지의 두개안면골 및 연부조직과 관련된 경계치를 측정하였다(Table 1, Figs. 1-3). 두위상태 변화는 상기도 개방성에 영향을 미칠 수 있으므로 두위를 굴곡 혹은 신전시의 변이를 최소화할 수 있는 상, 하악 치아의 최대교합상태를 이루고, 입술을 가볍게 다문 자연스러운 상태에서 폐용량의 영향을 최소화하기위해 호기말에 촬영하였다.

수면다원검사

수면무호흡증을 가진 42명의 환자를 대상으로 하룻밤 동안 수면다원검사를 시행하였다. 수면다원검사를 위해 polysomnography system(Beehive-7, Grasselefactor, USA)을 사용하였으며, 수면 중 뇌파검사, 안구운동,

Table 1. Definitions of cephalometric landmarks and reference lines

S	sella, midpoint of the fossa hypophysealis
N	Nasion, anterior point at the frontonasal suture
ANS	Anterior nasal spine, most anterior point of the nasal spine
PNS	Posterior nasal spine, most posterior point of the nasal spine
A	Deepest anterior point in the concavity of the anterior maxilla
B	Deepest anterior point in the concavity of the anterior mandible
R	Roof of pharynx
Go	Gonion, a mid-plane point at the gonial angle located by bisecting the posterior and inferior borders of the mandible
Gn	Gnathion, most inferior point in the contour of the chin
Ba	Basion, most posteroinferior point on the clivus
RGN	Retrognathion, Most posterior point on the symphysis of the mandible
U	Lowest point of the soft palate
TT	most anterior point of the tip of the tongue
H	most anterosuperior point of the hyoid bone
Et	tip of epiglottis
V	Most anteroinferior point of the epiglottic fold

턱과 하지에서의 근전도, 구강과 비강을 통한 공기의 출입, 복부와 흉부에서의 호흡운동, 심전도와 혈중 산소포화도가 측정되었다. 무호흡은 구강과 비강을 통한 호흡

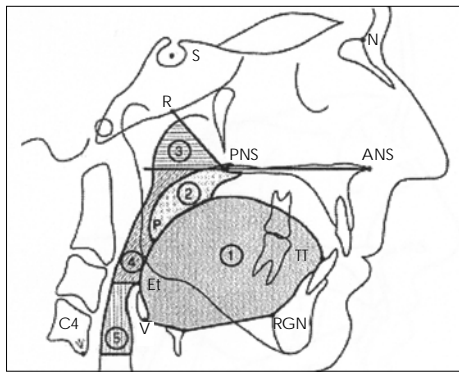


Fig. 1. Anatomic points and planes used to identify tongue, soft palate, and airway cross-sectional areas on lateral cephalometric radiographs. Areas include : 1 : tongue, 2 : soft palate, 3 : nasopharynx, 4 : oropharynx, 5 : hypopharynx, S : center of the sella turcica, N : nasion, R : roof of pharynx, PNS : posterior nasal spine, ANS : anterior nasal spine, TT : tongue tip, RGN : retrognathion, Go : gonion, P : inferior tip of palate, Et : tip of epiglottis.

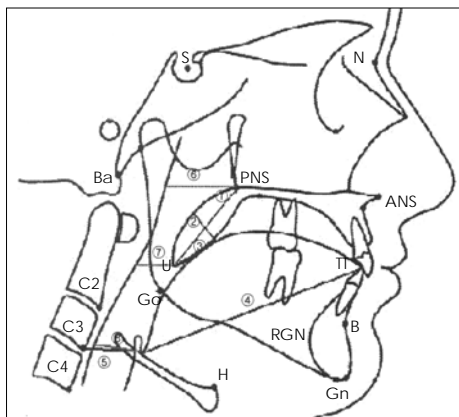


Fig. 2. Anatomic points and planes used to identify craniofacial and soft-tissue parameters on lateral cephalometric radiographs. Linear measurements : 1 : maximal length of soft palate, 2 : maximal thickness of soft palate, 3 : contact length of soft palate, 4 : VT, length between vallecula (V) and tongue tip, 5 : VC3, length between V and anterior inferior tip of C3 vertebra, 6 : PNS to UPW, length between posterior nasal spine and upper pharyngeal wall, 7 : U to MPW, length between uvula and middle pharyngeal wall, 8 : V to LPW, length between V and lower pharyngeal wall, S : center of the sella turcica, N : nasion, R : roof of pharynx, PNS : posterior nasal spine, ANS : anterior nasal spine, TT : tongue tip, RGN : retrognathion, Go : gonion, Gn : gnathion, Ba : basion, H : anterior superior tip of hyoid bone.

기류의 정지가 10초 이상인 경우로 정의하였으며, 저호흡은 구강과 비강을 통한 호흡기류가 10초 이상 50% 이하로 감소하면서 혈중 산소포화도가 4% 이상 감소되는 경우로 정의하였다. 수면다원검사서 얻어진 정보 중 무호흡-저호흡 지수, 산소 포화도 등을 두개방사선계측 소견과 비교 분석하였다.

통 계

환자의 자세에 따른 두개골 계측치 결과는 Mann-Whitney U test를 이용하여 비교하였으며, 두개골 계측치와 수면다원검사 및 체질량지수의 연관성은 Pearson correlation analysis를 사용하여 통계학적 검증을 시행하였다. 통계학적 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다.

결 과

수면무호흡증 환자의 양와위와 정립위간의 두개골 계측치를 비교해보면 혀와 연구개의 단면적(CS of tongue, CS of SP), 전비극과 후비극을 연결한 선의 연장선과 후비

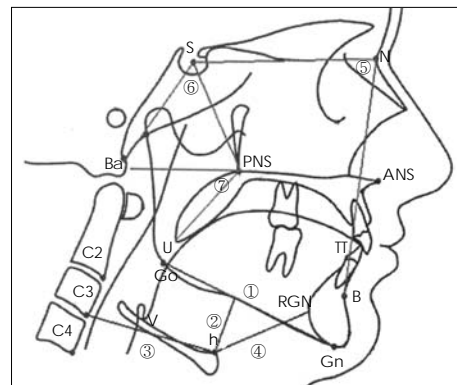


Fig. 3. Anatomic points and planes used to identify craniofacial and soft-tissue parameters on lateral cephalometric radiographs. Linear measurements : 1 : GoGn, length between gonion and gnathion, 2 : ML to hyoid, perpendicular distance from the anterosuperior point of the hyoid to the mandibular line, 3 : C3 to hyoid, length between the inferior and anterior tip of the C3 vertebra and hyoid, 4 : RGN to hyoid, length between retrognathion and hyoid. Angular measurements : 5 : SNB, angle between line from the center of sella turcica (S) to nasion (N) and the line from basion to S, 6 : BaSPns, angle between line from basion to S and line from S to posterior nasal spine (PNS), 7 : NL/pnsU, angle between nasal line, extension of the line connecting the anterior nasal spine and PNS and line from PNS to uvula.

극과 구개수를 연결한 선이 이루는 각(NL/pnsU), 후두개골에서 3번 경추까지의 거리(VC3), 3번 경추에서 설골까지의 거리(C3 to Hyo)는 통계학적으로 유의하게 양외위에서 정립위에 비해 증가되었으나, 바지온-터키안-후비극간 각(Baspns)은 정립위에서 양외위에 비해 통계학적으로 유의하게 증가되었다(Table 2).

수면다원검사의 무호흡-저호흡지수는 두개골계측치의 하악선에서 설골까지의 거리(ML to Hyo), 하악후점에서 설골까지의 거리(RGN to Hyo), 후두개골에서 혀끝까지의 거리(VT), 구인두의 단면적(CS of OrP)과 통계학적으로 유의하게 양의 상관관계를 보였다(Fig. 4). 산소포화도는 3번 경추에서 설골까지의 거리(C3 to Hyo),

후두개골에서 혀끝까지의 거리(VT), 하악후점에서 설골까지의 거리(RGN to Hyo), 혀와 연구개의 단면적(CS of tongue, CS of SP)과 통계학적으로 유의하게 음의 상관관계를 보였다(Fig. 5).

수면무호흡증 환자의 평균 체질량지수는 26.7로 수면다원검사의 무호흡-저호흡지수, 산소포화도와 유의한 상관관계를 보였으며, 두개골 계측치와는 연구개의 최장 거리(Max len of SP), 후두개골에서 혀끝까지의 거리(VT), 하악후점에서 설골까지의 거리(RGN to Hyo)와 유의한 상관관계를 보였다(Fig. 6).

고 찰

Rivlin 등³⁾은 상기도의 개방성은 정상적으로 구인두의 이완근과 외전근에 의존되어지고 흡기동안 규칙적으로 활성화되는데, 폐쇄성 수면무호흡증은 구인두 이완근과 외전근에 의한 압력보다 횡경막과 늑간근의 수축에 의해 발생하는 기도 음압이 더 큰 경우 야기된다고 하였다. 수면시 모든 호흡근의 활성화도가 감소되기 때문에 상기도의 직경이 감소되고 저항이 증가되며, 이로 인한 기도음압이 더욱 증가되어 상기도 폐쇄를 초래하게 된다. 또한 폐쇄성 수면무호흡증의 원인으로 인두의 해부학적 변화가 중요하게 작용할 것이라고 알려져 왔으며, 특히 수면무호흡환자의 70%에서 상기도 폐쇄가 구인두에서 발생하는 사실이 보고되었다.⁴⁾ 따라서 폐쇄성 수면무호흡증의 진단과 상기도 폐쇄의 원인을 찾기 위해서는 자세한 병력청취와 비강 및 상기도에 대한 철저한 이학적 검사를 시행한 후 수면다원검사와 방사선학적 계측방법인 두개골방사선계측, cinefluoroscopy, 컴퓨터단층촬영, 자기공명영상촬영, 전자선단층촬영 등을 시행한다.

수면다원검사는 폐쇄성 수면무호흡증 환자의 진단에 있어서 무호흡의 유형이나 무호흡지수, 동맥혈 산소 포화도 등의 객관적이고 중요한 정보를 제공하며 수술의 적응뿐 아니라 환자 예후의 예측에도 널리 이용되고 있으나, 수면다원검사 결과의 판독은 단순한 공식으로 해석하는 것이 어려우며 나이, 수면시의 자세 등에 의해 무호흡 횟수, 산소 포화도 등 여러 가지 요소가 변화함으로써 복합적으로 해석해야 하는 단점을 가지고 있다.⁵⁾ 수면다원검사 각 지수들 간의 상관관계에 대한 연구에 의하면 호흡장

Table 2. Comparison of cephalometric measurements in patients with obstructive sleep apnea syndrome patients between supine and erect position (mean±SD)

	Supine	Erect
Cross sectional area, mm ²		
CS of tongue	2422.45±367.54*	2102.09±371.88
CS of SP	417.52±111.27*	355.71± 93.71
CS of NaP	394.52± 97.99	374.14± 98.88
CS of OrP	547.70±157.19	547.34±161.57
CS of HyP	486.65±160.35	457.82±109.80
Soft palate, mm		
Max len of SP	44.26± 10.10	41.92± 5.06
Max thickness of SP	12.59± 3.39	13.18± 3.19
CL of SP	25.12± 6.36	23.72± 7.18
Tongue, mm		
VT	83.23± 20.63	86.71± 12.36
VC3	34.75± 8.39*	30.19± 4.10
Pharynx, mm		
PNS to UPW	26.69± 4.78	27.82± 4.40
U to MPW	6.25± 2.67	6.83± 2.27
V to LPW	24.6± 5.61	24.21± 4.51
Hyoid bone position, mm		
Go Gn	82.37± 6.81	78.75± 9.82
ML to Hyo	27.88± 8.03	27.11± 7.22
C3 to Hyo	50.95± 6.40*	48.04± 5.17
RGN to Hyo	40.02± 9.69	39.54± 7.51
Others, ^o		
SNB	78.29± 5.07	75.92± 6.70
Baspns	63.68± 6.57	69.85± 7.08*
NL/pnsU	50.02± 8.43*	44.95± 10.59

* : p<0.05

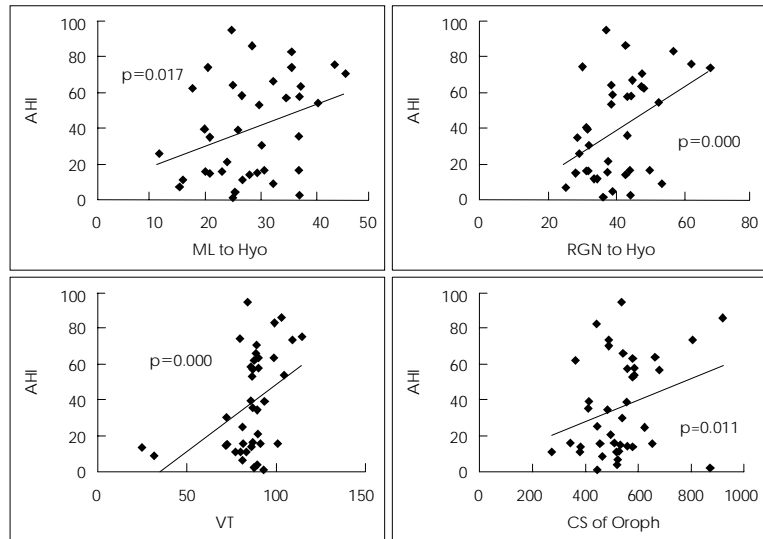


Fig. 4. Correlation between apnea-hypopnea index (AHI) with supine cephalometric findings. AHI was significantly correlated with the distance between mandibular plane and hyoid (ML to Hyo), the distance between retrognathion and hyoid (RGN to Hyo), the distance between vallecula and tongue tip (VT), and the cross sectional area of oropharynx (CS of Oroph).

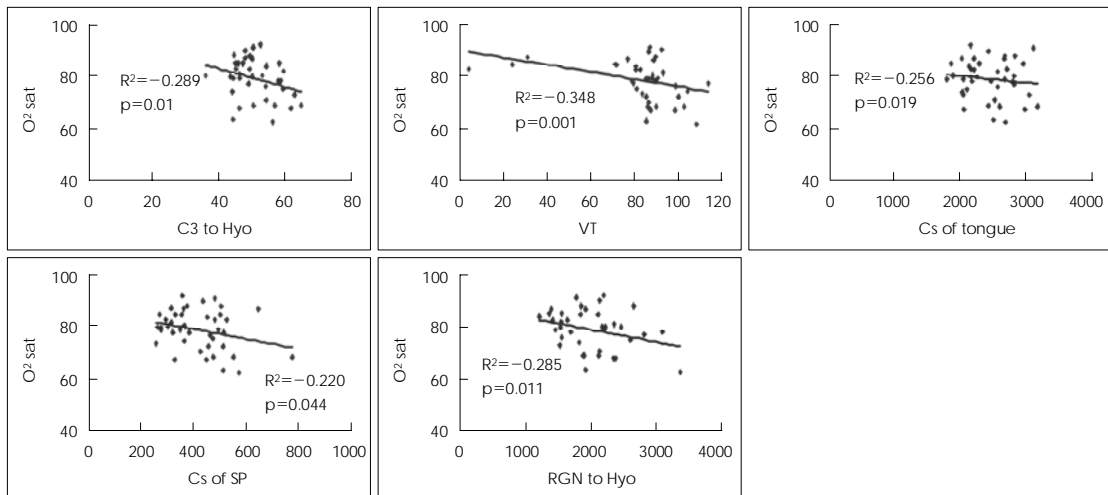


Fig. 5. Correlation between O₂ saturation with supine cephalometric findings. O₂ saturation was significantly correlated with the distance between the most inferoanterior point on the body of the third vertebra and hyoid (V3 to Hyo), the distance between vallecula and tongue tip (VT), cross sectional area of tongue (CS of tongue), cross sectional area of soft palate (CS of SP), and the distance between retrognathion and hyoid (RGN to Hyo).

해지수와 저산소증 빈도 및 각성지수가 무호흡 정도와 통계학적으로 유의하게 상관관계를 보여주며,⁶⁾ 호흡장애지수와 최저산소포화도 사이에도 유의한 상관관계가 있으며,⁷⁾ 호흡장애지수와 체질량지수도 유의한 상관관계가 있다고 알려져 있다.⁸⁾ 본 연구에서는 체질량지수와 호흡장애지수 및 혈중 산소포화도 사이에 유의한 상관관계를 보였으며, 두개골방사선계측치 중 연구개의 최대길이,

후두개폭에서 혀끝까지의 거리, 하악후점에서 설끝까지의 거리는 유의한 연관성을 보여 체질량지수가 높아짐에 따라 연구개가 길어지고 구인두와 하인두 공간이 좁아짐을 알 수 있었다. 이는 기도의 구조가 단순한 원형이 아닌 복잡한 구조로 이루어져 있고 기도 유지를 위한 인두 기능의 영향도 중요하지만 체질량지수가 높은 경우 경부 체지방의 양이 증가하고, 길고 굵은 연구개와 길고

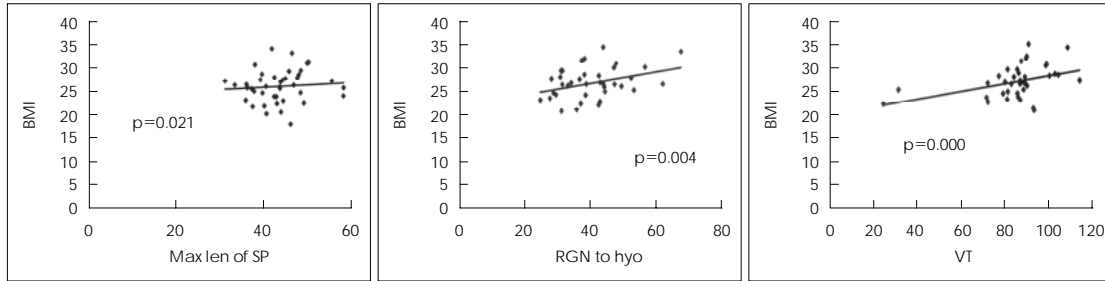


Fig. 6. Correlation between body mass index (BMI) with supine cephalometric findings. BMI was significantly correlated with the maximal length of soft palate (Max len of SP), the distance between retrognathion and hyoid (RGN to Hyo), and the distance between vallecula and tongue tip (VT).

넓은 혀에 의해 이차적으로 구인두가 좁아질 수 있기 때문이다. 두개골방사선계측과 수면다원검사의 연관성을 살펴보면 저자들의 경우 연구개의 단면적, 후두개곡에서 혀 끝까지의 거리, 하악후점에서 설골까지의 거리가 수면다원검사의 수면무호흡지수, 무호흡-저호흡지수, 산소포화도 등과 연관성을 보였는데 이는 이들 해부학적 지표들이 구인두 단면적에 영향을 미치기 때문인 것으로 생각된다. 즉 수면무호흡증 환자는 길고 굵은 연구개, 길며 넓은 혀, 구인두에서의 좁은 상기도와 하방 및 전방으로 치우친 설골, 연구개와 혀의 비대와 같은 두개안면의 해부학적 특징을 나타내었다. 이전의 연구⁹⁻¹³⁾에서 코골이 및 수면무호흡증 환자에서 설골의 하방 및 전방 이동을 보고하였는데 이는 본 연구 결과와 일치하는 소견이었다. 설골은 혀의 근육들이 고정되는 곳으로써 혀의 위치를 결정하는데 중요한 역할을 한다. 그러므로 비대한 혀에 대한 보상기전으로 설골의 위치가 하방으로 치우치는 것이다.^{14,15)} 무호흡-저호흡지수와 산소포화도에 영향을 미치는 두개골 계측치의 차이를 보여 무호흡-저호흡지수가 높아진다고 반드시 산소포화도에 영향을 미치는 것은 아닌 것을 알 수 있었다.

폐쇄성 수면무호흡증 환자의 진단을 위해 흔히 촬영하는 두개골방사선계측은 악안면의 구조와 구인두 및 하인두 연부조직의 구조적 연관성을 보여주므로 수면무호흡증 환자의 적절한 수술적 처치를 결정하는데 유용하며, 설후부 공간이 수면무호흡증의 중증도와 연관성을 가지며, 설골의 위치가 수면무호흡 환자와 수면무호흡이 없는 사람을 식별하는 예측 지표가 된다고 하였다.¹⁵⁻¹⁷⁾ 양외위와 정립위에서의 두개골계측을 비교하면 양외위에서의 두개골계측치가 정립위보다 유의한 차이를 나타내

는 계측치가 많았으며, 이는 중력 작용에 의해 긴장도가 떨어진 상기도 연부조직에 의한 기도폐쇄가 수면 자세인 양외위에서 악화되기 때문일 것으로 생각된다. 즉 인두의 해부학적 구조와 체위 변화시 기도를 유지하려는 다양한 인두의 생리학적 기능이 코골이와 수면무호흡에 영향을 미치는 것이다. 그러므로 양외위에서의 계측이 수면무호흡을 예측하는데 정립위에서의 계측보다 좀더 민감함을 알 수 있었다. 그러나 본 연구는 각성상태에서 측정되어진 결과이므로 수면상태와는 다소 차이가 있을 것으로 생각된다.

이상의 결과를 종합해 보면 방사선학적 두개골계측의 여러 계측치 중 연구개의 단면적, 후두개곡에서 혀 끝까지의 거리, 하악후점에서 설골까지의 거리가 수면다원검사의 수면무호흡지수, 무호흡-저호흡지수 및 산소포화도와 연관성을 보임을 알 수 있다. 방사선학적 두개골계측은 수면무호흡을 주소로 내원한 환자에서 수면다원검사를 시행하기 전 외래에서 쉽고 저렴하게 검사할 수 있으며, 수면무호흡의 정도와 수면다원검사 결과를 예측할 수 있는 유용한 검사법으로 활용할 수 있을 것이다.

중심 단어 : 폐쇄성 수면무호흡증 · 두개골 방사선계측 · 수면다원검사.

REFERENCES

- 1) Guilleminault C, Dement WC. *Sleep apnea syndromes and related sleep disorders.* In: Williams RL, Karacan I, editors. *Sleep disorders: diagnosis and treatment.* New York, Wiley: 1978.
- 2) Bresnitz EA, Goldberg R, Kosinski RM. *Epidemiology of obstructive sleep apnea.* *Epidemiol Rev* 1994;16:210-27.
- 3) Rivlin J, Hoffstein V, Kalbfleisch J, McNicholas W, Zamel N, Bryan AC. *Upper airway morphology in patients with*

- idiopathic obstructive sleep apnea. Am Rev Respir Dis* 1984; 129:355-60.
- 4) Katsantonis GP, Moss K, Miyazaki S, Walsh J. *Determining the site of airway collapse in obstructive sleep apnea with airway pressure monitoring. Laryngoscope* 1993;103 (10): 1126-31.
 - 5) Park JH, Wang DY, Kim Wi, Lee SD, Nam SY, Lee YB. *Clinical Evaluation of polysomnography in snoring and obstructive sleep apnea syndrome (OSA) patients. Korean J Otolaryngol* 1994;37:369-76.
 - 6) Shim HJ, Koo BJ, Park KH, Kwon SU, Yoon SW, Kim EJ. *Study on correlation among polysomnogram indices for obstructive sleep apnea-hypopnea patients. Korean J Otolaryngol* 2004;47:849-53.
 - 7) Gries RE, Brook LJ. *Normal oxyhemoglobin saturation during sleep. How low dose it go? Chest* 1996;110:1489-92.
 - 8) Hoffstein V, Szalai JP. *Predictive value of clinical natures in diagnostic obstructive sleep apnea. Sleep* 1993;16 (2):118-22.
 - 9) Hoekema A, Hovinga B, Stegenga B, De Bont LG. *Craniofacial morphology and obstructive sleep apnea: a cephalometric analysis. J Oral Rehabil* 2003;30:690-96.
 - 10) 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.
 - 11) Ferguson KA, Ono T, Lowe AA, Ryan CF, Fleetham JA. *The relationship between obesity and craniofacial structure in obstructive sleep apnea. Chest* 1995;108 (2):375-81.
 - 12) Cistulli PA. *Craniofacial abnormalities in obstructive sleep apnea: implications for treatment. Respirology* 1996;1 (3): 167-74.
 - 13) Woodson BT. *Predicting which patients will benefit from surgery for obstructive sleep apnea: the ENT exam. Ear Nose Throat J* 1999;78 (10):792-5,798-800.
 - 14) Nelson S, Hans M. *Contribution of craniofacial risk factors in increasing apneic activity among obese and non-obese habitual snorers. Chest* 1997;111:154-62.
 - 15) de Berry-Borowiecki B, Kukwa A, Blanks RH. *Cephalometric analysis for diagnosis and treatment of obstructive sleep apnea. Laryngoscope* 1988;98 (2):226-34.
 - 16) Guilleminault C, Riley R, Powell N. *Obstructive sleep apnea and abnormal cephalometric measurements. Implication for Treatment. Chest* 1984;86 (5):793-4.
 - 17) Davies RJO, Stradling JR. *The relationship between neck circumference in patients with and without obstructive sleep apnea syndrome. Eur Respir J* 1990;3 (5):509-14.