

하악의 전방 이동이 상부기도의 용적에 미치는 영향

경북대학교 치과대학 구강내과학교실[†], 의과대학 진단방사선과학교실[‡]

최재갑[†] · 기우천[†] · 강덕식[‡]

목 차

- I. 서 론
- II. 대상 및 방법
- III. 결 과
- IV. 고 찰
- 참고문헌
- 영문초록

I. 서 론

코골이는 수면 동안에 상부기도에서 발생하는 다른 사람의 수면을 방해할 정도의 소음성 잠음으로 정의를 내릴 수 있지만 소음에 대한 객관적 기준을 정하기 어렵기 때문에 코골이 유무의 판정은 동침자의 주관적 판단에 상당히 의존한다고 볼 수 있다. 그러나 미국수면장애협회(American Sleep Disorders Association)에서 정의한 바에 의하면 '코골이는 인두조직의 진동에 의해서 발생하는 소음성의 상부기도호흡으로서, 무호흡이나 저환기를 동반하지 않는다.'고 하였으며 빈도, 체위, 타인에 대한 방해 정도에 근거하여 경미한 것, 보통의 것, 심한 것 등으로 구분될 수 있다고 하였다¹⁾. 또한 Hoffstein등^{2,3)}과 White등⁴⁾은 객관적 측정법을 바탕으로 코골이를 정의하여야 한다고 하였지만 측정방법, 신호의 분석 및 판독에 있어서 아직까지 표준화되고

일치된 견해가 없기 때문에 코골이는 여전히 듣는 사람의 주관적 느낌에 의해서 대체적으로 평가되고 있다.

코골이는 모든 연령에서 나타나지만 특히 40대 이후의 비만한 성인 남성에서 발생률이 높으며 전체 인구의 약 19-37%에서 발생하는 것으로 알려져 있다⁵⁻⁸⁾. 코골이는 한 때 수면 중에 발생하는 단순한 소음으로 간주되어 단지 동침자의 수면을 방해하는 것 이상의 의미가 없는 것으로 생각하였지만 근래에 들어 고혈압, 관상동맥질환, 뇌졸중 등의 발생과 관련성이 있을 수 있다는 주장과 함께 특히 수면무호흡증의 중요한 증상임이 밝혀지면서 의학적 치료의 대상으로 부각되고 있다⁸⁻¹³⁾.

코골이의 발생과 관련된 정확한 기전은 아직 충분히 밝혀지지 않았지만 Robin¹⁴⁾에 의하면 공기의 흐름을 제한하는 비명증이나 혀의 후방이동에 의한 상부기도의 불안정한 폐색과 수면 중에 설인근의 긴장도를 조절하는 중추 반사작용의 기능적 장애에 의해서 코골이가 발생한다고 하였으며, Fairbanks¹⁵⁾는 상부기도중 견고한 조직에 의한 지지가 없는 후두개와 후비공 사이의 허탈 가능한 부분의 진동에 의해서 코골이가 기원한다고 하면서 연구개, 구개수, 편도선, 혀의 기저부, 인두근 등의 구조와 기능이 코골이의 발생과 관계된다고 하였다.

Dalmasso와 Prota¹⁶⁾에 의하면 외비공과 성대

* 이 논문은 1995년도 경북대학교 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음.

사이의 상부기도는 길이와 단면적이 서로 다른 여러 개의 실린더가 연결된 것으로 볼 수 있기 때문에 물리학적으론 벤추리관(tubes of Venturi)으로 작용하고 이곳을 흐르는 공기에 대해서는 베르누이 방정식(the equation of Bernoulli)과 포아세이유 법칙(the law of Poiseuille)이 적용된다고 하였다. 따라서 코골이의 발생은 기본적으로 유체의 흐름에 의해서 발생하는 연조직의 진동이라는 물리적 현상으로 이해될 수 있다고 하였으며, 이러한 유체의 흐름에 영향을 주는 주변 조직의 구조와 특성이 코골이의 발생과 관계된다고 하였다. 특히 구인두는 혀탈 가능한 연조직으로 되어 있기 때문에 흡기성 음압이 발생할 때 내부 직경이 쉽게 작아져서 심한 기류 변화를 일으키게 되고 이로 인해 인접 연조직의 진동을 일으킬 수 있기 때문에 구인두의 크기와 기능은 코골이의 발생과 매우 밀접한 관계가 있다고 하였다.

실제로 편도선 비대, 왜소악, 후퇴악 등과 같은 명백한 해부학적 이상이 있는 사람에게서 발생하는 코골이는 구조적으로 구인두가 협소한 것과 관계가 있는 것으로 볼 수 있으며 또한 컴퓨터단층촬영법으로 인두의 단면적을 조사한 Haponik 등¹⁷⁾, Suratt 등¹⁸⁾, Bohlman 등¹⁹⁾, 그리고 Polo 등²⁰⁾의 연구결과와 음파반사법(acoustic reflection)으로 인두의 단면적을 조사한 Bradley 등²¹⁾과 Rivlin 등²²⁾의 연구결과에서도 코골이를 하는 사람의 인두 단면적이 정상인에 비하여 더 작은 것으로 나타나 이러한 주장을 뒷받침하였다.

그러나 Stauffer 등²³⁾과 Rodenstein 등^{24,25)}은 정상인, 단순 코골이 환자, 폐쇄성 수면무호흡 환자 사이에 인두단면적의 차이가 없다고 하였으며, Green 등²⁶⁾의 연구에서는 코골이를 하는 사람에게서 인두용적이 더 큰 경향을 나타내는 것으로 나타나 앞서의 주장과는 매우 상반된 결과를 보고하였기 때문에 상부 기도의 크기가 코골이의 발생에 미치는 효과에 관해서는 아직도 논란의 여지를 남겨놓고 있다고 볼 수 있다.

이러한 논란에도 불구하고 현재까지 적용되고 있는 코골이의 치료법은 주로 상부 기도의 확장에 그 목표를 두고 있으며 임상적으로 상당히 좋은 효과를 나타내고 있는 것도 사실이다. 그러나

일부 환자에서는 이러한 방법에 의해서도 코골이가 없어지지 않을 뿐만 아니라 수술을 받은 환자들 중에는 다시 코골이가 재발하는 경우도 가끔 보게 된다.

따라서 코골이의 발생과 관련된 기전을 규명하고 코골이 환자에게 적용되는 치료법의 타당성을 검증하기 위해서는 코골이 환자에게서 나타나는 상부기도의 물리학적 특징에 관한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

한편 근래에 소개된 코골이의 치료를 위한 구강장치물은 그 사용의 간편성, 저렴한 비용, 무통성 시술, 최소한의 부작용 등으로 인해서 코골이 환자들로부터 상당히 각광을 받고 있으며 그 사용이 크게 증가되고 있는 추세에 있다. 이 장치물은 기본적으로 하악의 전방 이동을 통하여 상부기도중 특히 구인두의 확대를 시도하기 위한 것으로 볼 수 있으며 코골이 뿐만 아니라 중등도 이하의 폐쇄성 수면무호흡증에도 좋은 효과를 나타내는 것으로 알려져 있다²⁷⁻³²⁾. 그러나 이러한 구강장치물요법이 많이 보급되고 있음에도 불구하고 하악의 위치 변화가 상부기도의 크기에 미치는 영향에 관한 연구는 아직도 매우 부족한 실정이어서 이 장치물의 적응증을 결정하고 예후를 판단하는데 있어서 충분한 자료가 제공되지 못하고 있다.

Johnson 등³³⁾은 하악이 안정위에서 최대 전방위를 취할 때 두부규격방사선사진상의 후방 기도 공간(posterior airway space)이 평균 56% 정도 증가되었다고 하였으나 이 연구는 3차원적 공간의 2차원적 평가라는 문제점을 가지고 있으며, 또한 Smith³⁴⁾에 의해서 3차원 자기공명영상 사진 촬영법을 이용하여 하악전방이동장치에 의한 상부기도의 용적 변화를 측정된 결과 하악이 5 mm 전방으로 이동됨으로써 연구개에서 후두개에 이르는 기도의 용적이 32% 정도 늘어났다고 주장되었지만 이는 단 한 증례에 대한 분석이기 때문에 과학적인 객관성을 부여하기가 힘들었다.

본 연구의 목적은 컴퓨터단층촬영과 3차원 영상재합성법을 이용하여 코골이 환자와 정상인에 대해서 상부기도의 부위별 최소단면적과 용적을

측정하여 이를 서로 비교하고 하악의 전방 이동에 의해서 이러한 측정치가 어떻게 변화하는지를 알아보려고 하는 것이다. 본 연구의 귀무가설은 (1) '코골이 환자가 정상인에 비해 상부기도의 부위별 최소단면적과 용적이 작지 않다.'와 (2) '하악의 전방 이동에 의해서 상부기도의 부위별 최소단면적과 용적이 증가되지 않는다.'이며 통계학적 유의수준은 $P < 0.05$ 이다.

II. 대상 및 방법

1. 연구대상

코골이 환자 7명과 코골이가 없는 정상인 7명을 실험대상으로 하였다. 코골이 환자는 경북대학교병원 구강내과에 코골이를 주소로 내원한 환자 중 호흡기 계통의 질병이나 그 밖에 전신적으로 심각한 질병의 병력이 없는 사람이었다(코골이군). 코골이가 없는 대조군은 비교적 건강한 성인이었는 데 이들은 본인이나 가족의 진술에 의해 코골이의 경험이 없고 낮 동안의 심한 졸리움증, 만성 피로감, 두통, 호흡기 계통의 질병을 비롯한 그 밖의 심각한 전신질환, 약물복용 등의 병력이 없는 사람으로 하였다(비코골이군). 코골이 환자와 코골이가 없는 정상인 모두 측두하악관절장애의 임상적 증거가 없으며 정상적인 하악의 한계 운동범위를 가지는 사람으로 한정하였다.

2. Mouth positioner의 제작

실험 중 개구량을 일정하게 유지하고 하악의 위치를 고정시키기 위해서 치과용 인상재로 사용되는 실리콘 재료(Exafine, GC Corporation, Tokyo, Japan)를 이용하여 mouth positioner를 각 피검자당 두 개씩 제작하였다(Fig. 1). 이 mouth positioner는 편측의 구치부에 올려져서 하악의 위치가 일정하게 유지될 수 있도록 해주는 것인데, 하나는 하악의 중심위에서, 다른 하나는 하악의 최대 전방운동 거리의 2/3 위치에서 제작되었다. 두 개 모두 전치간 거리가 7 mm가 되게 수직 고경을 일정하게 하였다.

3. 컴퓨터단층사진의 촬영 및 심차원 영상 합성

컴퓨터단층촬영은 나선형 컴퓨터단층촬영기(Hispeed adv sys, GE medical sys, USA)로 대상자가 깨어 있는 상태에서 반듯이 누워 머리와 목을 중립위치로 하고 실시하였다. 촬영 도중 움직이거나 말을 하거나 침삼킴을 금하고 가능한 기능적 잔기량을 유지한 상태에서 숨을 멈추고 Frankfort면에서부터 제 6 경추까지 5 mm 간격, 5 mm 두께로 연속 촬영한 다음 3 mm로 재건(reconstruction)하였다(Fig. 2).

비인두는 경구개 하방연에서 연구개 하위까지로 정하고 구인두는 그 이하에서 후두개(epiglottis tip)까지로, 하인두는 그 이하에서 후두 입구까지로 정하였다.

단면적(cross-sectional area: CS)과 체적(pharyngeal volume: PV)의 측정은 영상 처리 프로그램(Advantage windows, GE medical sys, USA)을 이용하였다. 단면적은 최소 면적만을 측정하고 측정시 발생하는 오차를 고려하여 각 부위를 네 번 측정한 평균치로 그 값을 정하였다. 체적은 영상 처리 프로그램을 이용하여 삼차원 영상(3D image)을 각 부위 별로 얻은 뒤 측정하였다.



Fig. 1. Silicone mouth positioners used to keep the jaw position stable while computerized tomograms were taken: for normal jaw position (left), for protrusive jaw position (right).

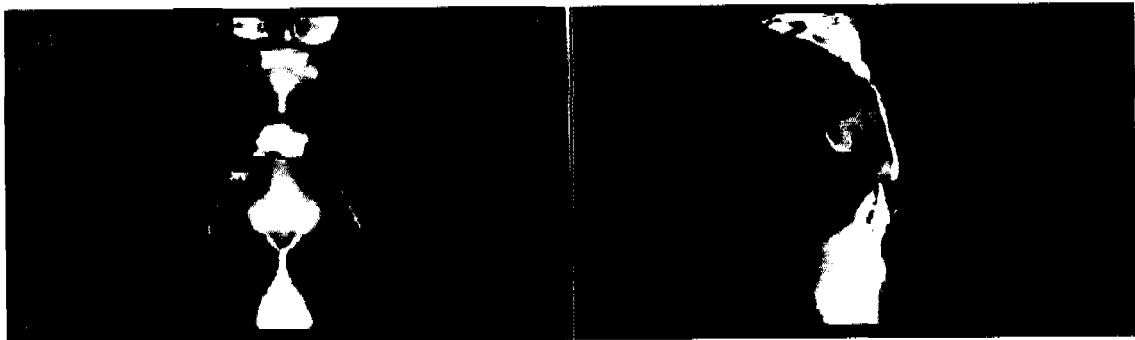


Fig. 2. Three-dimensional reconstruction of upper airway: frontal (left) and lateral (right) views.

4. 통계처리

연령, 신장, 체중, 체형지수(body mass index; BMI), 인두기도의 부위별 최소단면적, 인두기도의 부위별 용적에 대해서 코골이군과 비코골이군 간의 평균치의 비교는 t-test로써 검정하였으며, 각 군에서 하악의 위치 이동에 따른 인두기도의 부위별 최소단면적과 용적의 변화에 대해서는 paired t-test를 이용하여 검정하였다.

III. 결 과

1. 코골이군과 비코골이군의 신장, 체중, 그리고 체형지수의 평균치는 Table 1과 같으며 신장은 코골이군이 167.0 ± 6.6 cm, 대조군이 172.0 ± 5.2 cm, 체중은 각각 70.0 ± 11.8 kg, 55.9 ± 4.9 kg, 그리고 체형지수는 코골이군이 25.0 ± 3.1 , 비코골이군이 18.9 ± 1.3 으로서 코골이 환자들이 평균적으로 체중이 무거웠으며 그로 인해 체형지수도 높게 나타났다.
2. 비인두와 구인두의 평균 최소단면적은 코골이군에서 각각 190.3 ± 28.5 mm², 57.1 ± 21.8 mm², 비코골이군에서 각각 232.3 ± 50.4 mm², 72.7 ± 18.2 mm²로서 코골이군이 비코골이군에 비해 더 작은 경향을 보였으나 통계학적으로 유의하지는 않았다. 이에 비해 하인두의 평균 최소단면적은 코골이군에서 242.3 ± 73.9 mm², 비코골이군에서 183.4 ± 63.2 mm²로서

코골이군에서 오히려 더 큰 경향을 나타내었지만 역시 통계학적 유의성은 없었다(Table 2).

3. 비인두의 평균 용적은 코골이군에서 5.21 ± 0.86 cc, 비코골이군에서 5.67 ± 1.60 cc로서 두군간에 거의 차이가 없었으나 구인두의 평균 용적은 코골이군에서 6.48 ± 2.10 cc, 비코골이군에서 4.60 ± 1.51 cc로서 코골이군이 다소 더 큰 경향을 보였으나 통계학적으로 유의하지는 않았다. 이에 비해 하인두의 평균용적은 코골이군에서 8.86 ± 2.10 cc, 비코골이군에서 11.71 ± 2.09 cc로 나타나 코골이군에서 더 작았다 ($P < 0.05$) (Table 3).
4. 코골이군에서 하악을 전방으로 이동시킨 결과 비인두와 구인두의 최소단면적은 각각 10.3%, 48.7% 만큼 늘어났으나 ($P < 0.05$), 하인두의 최소단면적은 오히려 16.8% 만큼 줄었다 ($P < 0.05$) (Table 4).
5. 비코골이군에서 하악을 전방으로 이동시킨 결과 비인두와 구인두의 최소단면적은 각각 10.2%, 83.5% 만큼 늘어나는 경향을 보였으나, 하인두의 최소단면적은 변화가 없었다 (Table 5).
6. 코골이군에서 하악을 전방으로 이동시킨 결과 비인두, 구인두, 하인두의 용적이 각각 5.0%,

Table 1. Physical Characteristics of the Subjects.

	Snoring group	Non-snoring group	p-value
Age(yr)	41.6±13.2	23.6±1.5	0.0062
Height(cm)	167.0±6.6	172.0±5.2	0.1735
Weight(kg)	70.0±11.8	55.9±4.9	0.0189
BMI § (kg/m ²)	25.0±3.1	18.9±1.3	0.0008

§ : BMI=Body mass index

Table 2. Comparison of Minimal Cross-sectional Area of Nasopharynx, Oropharynx, and Hypopharynx between Snoring and Non-snoring Subjects. (unit: mm²)

	Snoring group	Non-snoring group	p-value
Nasopharynx	190.3±28.5	232.3±50.4	0.1076
Oropharynx	57.1±21.8	72.7±18.2	0.2051
Hypopharynx	242.3±73.9	183.4±63.2	0.1645

Table 3. Comparison of Volume of Nasopharynx, Oropharynx, and Hypopharynx between Snoring and Non-snoring Subjects. (unit: cc)

	Snoring group	Non-snoring group	p-value
Nasopharynx	5.21±0.86	5.67±1.60	0.5480
Oropharynx	6.48±2.10	4.60±1.51	0.1034
Hypopharynx	8.86±2.10	11.71±2.09	0.0366

Table 4. Change of Minimal Cross-sectional Area of Nasopharynx, Oropharynx, and Hypopharynx According to Advancement of the Mandible in Snoring Subjects. (unit: mm²)

	Normal position	Protrusive position	p-value
Nasopharynx	190.3±28.5	209.9±24.9 (10.3)	0.0970
Oropharynx	57.1±21.8	84.9±33.9 (48.7)	0.0160
Hypopharynx	242.3±73.9	201.6±62.3 (-16.8)	0.0011

* The values in parentheses indicate percentile change of minimal cross-sectional area between normal position and protrusive position.

25.8%, 14.1% 만큼 늘어나는 경향을 보였으나 통계학적으로 유의하지는 않았다(Table 6).

7. 비코골이군에서 하악을 전방으로 이동시킨 결과 비인두, 구인두, 하인두의 용적이 각각 9.5%,

Table 5. Change of Minimal Cross-sectional Area of Nasopharynx, Oropharynx, and Hypopharynx According to Advancement of the Mandible in Non-snoring Subjects. (unit: mm²)

	Normal position	Protrusive position	p-value
Nasopharynx	232.3±50.4	256.0±70.5 (10.2)	0.3467
Oropharynx	72.7±18.2	133.4±59.6 (83.5)	0.0512
Hypopharynx	183.4±63.2	183.4±71.1 (0.0)	1.0000

* The values in parentheses indicate percentile change of minimal cross-sectional area between normal position and protrusive position.

Table 6. Change of Volume of Nasopharynx, Oropharynx, and Hypopharynx According to Advancement of the Mandible in Snoring Subjects. (unit: cc)

	Normal position	Protrusive position	p-value
Nasopharynx	5.21±0.86	5.47±1.45 (5.0)	0.6073
Oropharynx	6.48±2.10	8.15±2.55 (25.8)	0.1679
Hypopharynx	8.86±2.10	10.11±2.80 (14.1)	0.1005

* The values in parentheses indicate percentile change of volume between normal position and protrusive position.

Table 7. Change of Volume of Nasopharynx, Oropharynx, and Hypopharynx According to Advancement of the Mandible in Non-snoring Subjects. (unit: cc)

	Normal position	Protrusive position	p-value
Nasopharynx	5.67±1.60	6.21±1.93 (9.5)	0.1326
Oropharynx	4.60±1.51	6.19±2.65 (34.6)	0.1048
Hypopharynx	11.71±2.09	11.87±3.09 (1.4)	0.8412

* The values in parentheses indicate percentile change of volume between normal position and protrusive position.

34.6%, 1.4% 만큼 늘어나는 경향을 보였으나 통계학적으로 유의하지는 않았다(Table 7).

IV. 고 찰

코골이는 인간의 호흡운동과 관련하여 나타나 는 독특한 현상으로서 수면 중에만 나타나고 흡기 동안에 주로 발생한다는 점이 가장 큰 특징이라고 하겠다. 따라서 코골이의 발생원인은 수면과 호흡이라는 두 가지 측면에서 분석되고 있는데 주로 수면 중에 나타나는 상부기도의 구조적

변화에 그 초점이 맞추어지고 있다.

일반적으로 코골이의 발생에는 상부기도의 해부학적 요인과 기능적 요인이 관계된다고 알려져 있다. Lugaresi^{35,36)}가 설명한 코골이의 발생 기전에 따르면 수면 동안에 구인두근 긴장도의 감소, 중추성 호흡의 불안정, 바로 누운 자세 등에 의해서 혀가 인두벽 쪽으로 쳐져 내려오면 기도 가 좁아지게 되고, 기류의 속도는 점차 빨라지는데, 이렇게 되면 벤츨리 효과(Venturi effect)에 의해서 인두강내의 음압이 증가하게 된다고 하였다. 특히 흡기시에는 횡격막의 수축에 의해

서 인두강내에 음압이 발생된 상태이므로 여기에 위와 같은 기전이 더해지면 인두강내의 음압은 더욱 커지고 기류의 속도도 더욱 빨라지게 된다고 하였다. 이와 같이 빨라진 기류에 의해서 연조직의 진동이 일어남으로써 코골이가 발생되는데 따라서 코골이의 강도는 기류의 속도와 인두 기도 폐색의 정도에 비례한다고 하였다.

코골이 환자에서 일반적으로 나타나는 구조적 특징으로는 상부기도 내경의 협소함, 하악각의 증대, 혀의 비대 및 수직적 두께의 증가, 설골의 하방 이동 등이 있으며 이러한 특징들은 모두 구인두의 협착을 일으키는데 기여하고 있다. 특히 상부기도 중 구인두 내경의 협소함은 컴퓨터 단층촬영, 형광투시법(fluoroscopy), 두부규격촬영(cephalometry) 등의 방법에 의해서 여러 차례 확인된 바가 있으며, 이러한 특징이 수면 동안에 더욱 심하게 나타나지만 각성시에도 정상인에 비해 상당한 차이를 보이는 것으로 알려져 있다.

그러나 모든 코골이 환자에서 이러한 특징이 항상 나타나는 것은 아니며, 또한 일부의 학자들은 이와는 상반된 결과를 보고한 바가 있기 때문에 상부기도의 협소함이 구조적 문제인지 혹은 기능적 문제인지에 대한 의문이 아직도 남아있다고 볼 수 있다. 특히 Lugaresi 등³⁷⁾은 코골이가 남자에서 발생 빈도가 높다는 것과 코골이의 증상이 주로 40대에서 50대의 연령에서 처음 나타나는 경우가 많다는 것, 그리고 일부의 환자에서는 증상의 변화가 없는 반면에 어떤 환자의 경우에는 증상이 갈수록 심해진다는 사실 등을 들어 코골이의 발생원인을 구조적인 측면만으로는 설명하기가 곤란하다고 하였다. 이들은 특히 코골이 환자에서 볼 수 있는 특별한 해부학적 변화가 코골이의 원인으로 작용한다기보다는 장기간의 코골이로 인해서 초래된 결과로 볼 수도 있다는 새로운 가설을 제시하기도 하였다.

상부기도의 협소함이 기능적 문제에 의해서도 초래될 수가 있다는 사실은 주로 이설근의 활성화³⁸⁾와 인두의 순용성³⁹⁾에 관한 연구에 의해서 뒷받침되고 있는데, Remmers 등³⁸⁾은 이설근의 활성화도와 인두 개통성 사이의 관계를 조사한 결

과 이설근의 활성화도가 떨어질 때 인두의 폐색이 일어났으며 이설근 활성화도의 증가와 동시에 인두가 다시 개통되었다고 하였다. 또한 음파반사법을 이용하여 인두단면적을 측정 한 Brown 등³⁹⁾의 연구에서는 정상인에 비해 폐쇄성 수면무호흡증이 있는 환자에서 인두의 순용성이 높았다는 결과를 보고함으로써 인두의 내경은 인두를 구성하고 있는 인두근의 활성화도에 따라서 크게 영향을 받고 있음이 밝혀졌다. 그러나 이설근과 인두근의 활성화도를 조절하는 신경학적 기전은 아직 밝혀지지 않았기 때문에 코골이의 발생원인의 규명과 이에 대한 예방법과 치료법의 개발을 위해서는 호흡운동에 관여하는 근육에 대한 신경생리학적 연구가 필요할 것으로 사료된다.

일반적으로 코골이는 비만한 사람에게서 더 많이 발생하는 것으로 알려져 있으며, 또한 체중 감소에 의해서 코골이 및 수면무호흡증의 발생을 상당히 줄일 수 있었다는 연구보고도 다수가 있다⁴⁰⁻⁴³⁾. 본 연구에서도 정상 대조군의 평균 체형지수가 18.9 ± 1.3 인 것에 비해 코골이 환자군의 평균 체형지수가 25.0 ± 3.1 로 조사되어 코골이를 하는 사람들이 대체적으로 몸집이 비만한 것으로 나타났다. 그러나 일부의 코골이 환자는 전혀 비만하지 않았으며 비교적 정상적인 체격을 가지고 있었을 뿐만 아니라 Lugaresi 등³⁷⁾은 체중증가가 코골이의 원인이기보다는 장기간의 코골이에 의해서 초래된 결과일 수도 있다는 견해를 제시하고 있기 때문에 코골이와 비만과의 관계를 보다 명확히 밝히기 위해서는 코골이의 정도와 기간에 따른 비만 정도의 평가와 함께 코골이의 가족적 성향에 대한 역학적 조사가 필요할 것으로 생각된다.

저자들의 실험에서 측정된 코골이 환자의 비인두, 구인두, 하인두의 평균 최소단면적은 각각 $190.3 \pm 28.5 \text{ mm}^2$, $57.1 \pm 21.8 \text{ mm}^2$, $242.3 \pm 73.9 \text{ mm}^2$ 로서 구인두 부위의 내경이 가장 작은 것으로 나타났다(Table 2). 이러한 수치는 다른 선행들의 보고^{17,19)}에서와 유사한 경향을 보이는 것이었지만 그들의 연구에 비해 비인두와 구인두의 최소단면적은 다소 작았으나 하인두는 오히려

좀 더 큰 것으로 나타났다. 정상인과의 비교에서는 통계학적으로 유의하지는 않았으나 비인두와 구인두의 최소단면적이 코골이군에서 더 작은 경향을 보였다. 이러한 차이는 특히 구인두 부위에서 크게 나타났으며 이점은 기도의 협착이 주로 구인두 부위에서 발생한다는 종래의 견해와 부합되는 것이었다. 그러나 통계학적으로 유의한 결과가 나타나지 않은 것은 표본의 수가 충분하지 않았던 이유도 있지만 인두 단면적의 크기에 있어서 개인차가 상당히 심하였다는 점을 시사하는 것으로도 받아들일 수 있다. 따라서 코골이 환자에게서 볼 수 있는 인두 단면적의 감소는 모든 경우에 공통적으로 나타나는 현상으로 간주하기는 곤란하다고 할 수 있으며 이 점은 코골이의 치료법을 선택하는데 있어서 반드시 고려되어야 할 것이다.

인두 기도의 부위별 용적은 코골이군과 정상인 사이에 별다른 차이가 없는 것으로 나타났다 (Table 3). 특히 비인두의 용적은 두 군간에 거의 비슷한 크기를 보인 것에 비해 통계학적으로 유의하지는 않았지만 구인두의 용적이 코골이군에서 더 큰 경향을 보였다는 점은 상당히 특이하다고 할 수 있다. 이와 같이 코골이군에서 구인두의 최소단면적은 정상인에 비해 작지만 용적은 오히려 더 크게 나타난 것은 코골이 환자에서 구인두의 길이가 늘어난 결과라고 생각되는데, 이와 관련하여 Cirignotta와 Lugaresi⁴⁴⁾의 보고에 의하면 코골이 환자는 흡기시 흉곽내 음압이 커지기 때문에 후두-기관-기관지 복합체가 아래로 당겨지는 힘을 받게 되고 결과적으로 구인두의 길이가 늘어날 수 있다고 설명한 바가 있다.

구강장치물을 이용한 하악의 전방 이동에 의해서 코골이가 감소되고 수면무호흡증의 증상이 개선될 수 있다는 임상적 보고는 이미 여러 학자들에 의해서 발표된 바가 있다⁴⁵⁾. 그러나 이러한 구강장치물의 작용기전에 관한 연구는 매우 부족하여 적응증의 선택과 하악 이동량의 결정에 있어서 경험적 방법이 적용되고 있는 실정이다. 본 연구는 하악의 전방 이동에 의한 기도내경의 변화를 측정함으로써 코골이의 치료를 위한 구강장치물의 작용기전을 밝히려는 것이다.

저자들의 실험에 의하면 코골이 환자군과 정상인 모두에서 하악의 전방 이동에 의하여 구인두의 최소단면적이 각각 48.7%, 83.5% 만큼 늘어났지만 비인두와 하인두에서는 유의한 차이를 보이지 않았다 (Table 4, 5). 이러한 결과는 하악의 전방 이동으로 인한 효과가 주로 구인두에서만 나타나고 비인두와 하인두에는 별다른 영향을 주지 못하고 있음을 보여주는 것으로서 구강장치물의 적응증을 선택할 때 중요하게 고려되어야 할 사항이라고 볼 수 있다.

포아세이유 법칙에 의하면 관속을 흐르는 유체의 저항은 관반경의 4제곱에 반비례한다고 하였다. 즉 관의 반경이 조금만 늘어나도 그 내부의 유체에 미치는 저항은 현저히 감소될 수 있기 때문에 본 실험의 결과에서 볼 수 있듯이 하악의 전방 이동에 의하여 인두의 최소단면적이 상당히 늘어남으로써 기도저항의 현저한 감소를 가져올 수 있을 것으로 생각되며 이는 하악의 전방 이동에 따른 기도저항의 변화를 측정한 최등⁴⁶⁾의 실험에서 입증된 바가 있다. 이러한 기도저항의 감소는 흡기시 발생하는 기도음압의 저하를 가져와서 기류의 속도를 떨어뜨리는 효과를 나타내게 됨으로써 코골이가 감소되는 것으로 추정된다.

이상의 실험 결과를 요약해볼 때 코골이 환자와 정상인 모두에서 인두 기도 중 구인두의 내경이 가장 좁았으며, 또한 정상인에 비해 코골이 환자의 구인두 내경이 더 좁은 경향은 나타내었으나 통계학적으로 유의하지는 않았다. 하악의 전방 이동은 두 군 모두에서 구인두 내경의 큰 증가를 가져왔지만 비인두와 하인두에서는 별다른 차이가 없었으며 용적의 변화에 있어서도 이와 유사한 경향을 보였다.

본 연구에 있어서 가장 큰 문제점은 상부기도에 대한 컴퓨터단층촬영을 실시하는 동안에 환자로 하여금 일시적으로 호흡을 멈추게 하여야 했다는 것이다. 앞서 언급한 바와 같이 인두기도는 이설근과 인두근의 작용에 의해서 내경이 조절되며 이러한 근육들은 호흡이 일어나는 동안에 항상 동적인 상태가 유지되고 있다. 따라서 인위적으로 호흡을 멈추게 되면 이러한 작용이

차단되거나 호흡중추의 활성화에 의한 어떤 새로운 근활동이 나타날 수가 있기 때문에 인두기도의 형태에 변화를 가져올 수도 있을 것으로 사료되지만 이에 대한 실험적 근거는 아직 부족한 실정이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 전자선단층촬영기(electron beam tomography)와 같은 고속연속촬영법을 이용해서 상부기도의 동적영상을 얻은 후 그것을 호흡 단계별로 분석하는 실험이 수행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. American Sleep Disorders Association: International classification of sleep disorders: diagnostic and coding manual. Rochester, Minnesota, American Sleep Disorders Association, 1990.
2. Hoffstein V, Mateika S, and Anderson D: Snoring: is it in the ear of the beholder. *Sleep*, 17:522-526, 1994.
3. Hoffstein V, Mateika JH, and Mateika S: Snoring and sleep architecture. *Am. Rev. Respir. Dis.*, 143:92-96, 1991.
4. White JES, Smithson AJ, Close PR, et al.: The use of sound recording and oxygen saturation in screening snorers for obstructive sleep apnea. *Clin. Otolaryngol.*, 19:218-221, 1994.
5. Fitzpatrick MF, Martin K, Fossey E, Shapiro CM, Elton RA, and Douglas NJ: Snoring, asthma and sleep disturbance in Britain: a community-based survey. *Eur. Respir. J.*, 6:531-535, 1993.
6. Norton PG, Dunn EV, and Haight JS: Snoring in adults: some epidemiologic aspects. *Can. Med. Assoc. J.*, 128:674-675, 1983.
7. Lugaresi E, Cirignotta F, Coccagna G, and Piana C: Some epidemiological data on snoring and cardiocirculatory disturbances. *Sleep*, 3:221-224, 1980.
8. Lugaresi E, Coccagnia G, and Cirignotta F: Snoring and its clinical implication, in Guilleminault, C., Dement, W., and Alan, R. (eds.): *Sleep apnea syndromes*. New York, Liss Inc., 1978, pp.13-21.
9. Koskenvuo M, Partinen M, Sarna S, Kaprio J, Langinvainio H, and Heikkila K: Snoring as a risk factor for hypertension and angina pectoris. *The Lancet*, April 20:893-895, 1985.
10. Gislason T, Aberg H, and Taube A: Snoring and systemic hypertension-an epidemiological study. *Acta. Med. Scand.*, 222:415-421, 1987.
11. Zwillich C: The clinical significance of snoring. *Arch. Intern. Med.*, 139:24, 1979.
12. Rice DH: Snoring and obstructive sleep apnea. *Med. Clin. N. Am.*, 75:1367-1371, 1991.
13. Hoffstein V: Snoring and hypertension. *Sleep and respiration*, Wiley-Liss, Inc., 1990, pp.371-376.
14. Robin IG: Snoring, *Proc. R. Soc. Med.*, 61:575-582, 1968.
15. Fairbanks DF: Snoring: not funny-not hopeless, *AFP*, 33:205-211, 1986.
16. Dalmaso F, Prota R: Snoring: analysis, measurement, clinical implications and applications, *Eur. Respir. J.* 9:146-159, 1996.
17. Haponik EF, Smith PL, Bohlman ME, Allen RP, Goldman SM, Bleeker ER: Computerized tomography in obstructive sleep apnea: correlation of airway size with physiology during sleep and wakefulness, *Am. Rev. Respir. Dis.*, 127:221-226, 1983.
18. Suratt PM, Dee P, Atkinson RL, Armstrong P, Wilhoit SC, Fluoroscopic and computed tomographic features of the pharyngeal airway in obstructive sleep apnea, *Am. Rev. Respir. Dis.*, 127:487-492, 1983.
19. Bohlman ME, Haponik EF, Smith PL, Allen RP, Bleeker ER, and Goldman SM: CT demonstration of pharyngeal narrowing in adult obstructive sleep apnea, *AJR* 140:543-548, 1983.
20. Polo OJ, Tafti M, Fraga J, Porkka KVK, Dejean Y, and Billiard M: Why don't all heavy snorers have obstructive sleep apnea? *Am. Rev. Respir. Dis.*, 143:1288-1293, 1991.
21. Bradley TD, Brown IG, Grossman RF, Zemel N, Martinez D, Phillipson EA, et al. Pharyngeal size in snorers, nonsnorers, and patients with obstructive sleep apnea. *N. Eng. J. Med.* 315:1327-1331, 1986.
22. Rivlin F, Hoffstein V, Kalbfleisch J, McNicholas W, Zamel H, and Bryan AC: Upper airway morphology in patients with idiopathic

- obstructive sleep apnea. *Am. Rev. Respir. Dis.*, 129:355-360, 1984.
23. Stauffer JL, Zwillich CW, Cadieux RJ, Bixler EO, Kales A, Varano LA, and White DP: Pharyngeal size and resistance in obstructive sleep apnea. *Am. Rev. Respir. Dis.*, 136:623-627, 1987.
 24. Rodenstein DO, Dooms G, Thomas Y, Liistro G, Stănescu DC, Culée C, and Auberr-Tulkens G: Pharyngeal shape and dimensions in healthy subjects, snorers, and patients with obstructive sleep apnoea. *Thorax* 45:722-727, 1990.
 25. Rodenstein DO, Thomas Y, Liistro G, Veriter C, Dooms G, Auberr-Tulkens G, and Stănescu DC, *Pharyngeal characteristics in snoring and sleep apnea*, *Eur. Respir. J.* 2(suppl. 5): 404s, 1989.
 26. Green DE, Block AJ, Collop NA, and Hellard DW: Pharyngeal volume in asymptomatic snorers compared with nonsnoring volunteers. *Chest* 99:49-53, 1991.
 27. Bonham PE, Currier GF, Orr WC, Othman J, and Nanda RS: The effect of a modified functional appliance on obstructive sleep apnea. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 94:383-392, 1988.
 28. Clark GT, Arand D, Chung E, and Tong D: Effect of anterior mandibular positioning on obstructive sleep apnea. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 147:624-629, 1993.
 29. Ichioka M, Tojo N, Yoshizawa M, et al.: A dental device for the treatment of obstructive sleep apnea: a preliminary study. *Otolaryngol. Head Neck Surg.*, 104:555-558, 1991.
 30. Nakazawa Y, Sakamoto T, Yasutake R, et al.: Treatment of sleep apnea with prosthetic mandibular advancement (PMA). *Sleep*, 15:499-504, 1992.
 31. Schmidt-Nowara WW, Mead TE, and Hays MB: Treatment of snoring and obstructive sleep apnea with a dental orthosis. *Chest*, 99:1378-1385, 1991.
 32. O'Sullivan RA, Hillman DR, Mateljan R, Pantin C, and Finucane KE: Mandibular advancement splint: an appliance to treat snoring and obstructive sleep apnea. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 151(1):194-198, 1995
 33. Johnson LM, Arnett GW, Tamborello JA, and Binder A: Airway changes in relationship to mandibular posturing. *Otolaryngol. Head Neck Surg.*, 106:143-148, 1992.
 34. 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*, 14:332-343, 1996.
 35. 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, p. 283-298.
 36. Lugaresi E, Cirignotta F, Montagna P, and Zucconi M: Snoring: pathophysiology and clinical consequences. *Semin. Respir. Med.*, 9:577-585, 1988.
 37. Lugaresi E, Cirignotta F, Gerardi R, and Montagna P: Snoring and sleep apnea: Natural history of heavy snorers disease, *Obstructive sleep apnea syndrome: clinical research and treatment*, Guilleminault, C. and Partinen, M. eds, Raven Press, New York, 1990, pp.25-36.
 38. Remmers JE, DeGroot WJ, Sauerland E.K, and Anch AM: Pathogenesis of upper airway occlusion during sleep, *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol.* 44(6):931-938, 1978.
 39. Brown IG, Bradley TD, Phillipson EA, Zame N, and Hoffstein V: Pharyngeal compliance in snoring subjects with and without obstructive sleep apnea. *Am. Rev. Respir. Dis.*, 132:211-215, 1985
 40. Smith PL, Gold AR, Meyers DA, et al.: Weight loss in mildly to moderately obese patients with obstructive sleep apnea. *Ann. Intern. Med.*, 103:850-855. 1985.
 41. Suratt PM, McTier RF, Findley LJ, et al.: Changes in breathing and the pharynx after weight loss in obstructive sleep apnea. *Chest*, 92:631-637, 1987.
 42. Harman EM, Wynne JW, and Block AJ: The effect of weight loss on sleep-disordered breathing and oxygen desaturation in morbidly obese men. *Chest*, 82:291-294, 1982.
 43. Howard MB, Block AJ, and Perri MG: Treatment for snoring, combined weight loss,

-
- sleeping on side, and nasal spray. *Chest*, 107:1283-1288, 1995.
44. Cirignotta F and Lugaresi E: Some cineradiographic aspects of snoring and obstructive sleep apneas. *Sleep*, 3:225-226, 1980.
45. Schmidt-Nowara WW, Lowe A, Wiegand L, Cartwright R, Perez-Guerra F, and Menn S: Oral appliances for the treatment of snoring and obstructive sleep apnea: a review, *Sleep*, 18:501-510, 1995.
46. 최재갑, 정태훈: 하악의 위치 변화가 기도저항에 미치는 영향, *대한구강내과학회지* 23(1):65-73, 1998.

-ABSTRACT-

The Effect of Mandibular Anterior Repositioning on the Upper Airway Volume

Jae-Kap Chol[†], D.D.S., M.S.D., Ph.D., Woo-Cheon Kee[†], D.D.S., M.S.D., Ph.D.,
Duk-Sik Kang[†], M.D., Ph.D.

†Department of Oral Medicine, College of Dentistry and ‡Department of Diagnostic Radiology, School of Medicine, Kyungpook National University

OBJECTIVES: This study was designed to measure the minimal cross-sectional areas and volumes of the pharynx in snoring patients and normal subjects and to see if there is an increase in the minimal cross-sectional areas and volumes of the pharynx with advancement of the mandible.

METHODS: The pharyngeal computed tomography and 3-dimensional reconstruction were used to measure the cross-sectional areas and volumes of the nasopharynx, oropharynx, and hypopharynx with the jaw in normal position and in protrusive position in 7 patients with snoring and 7 control subjects while they were awake.

RESULTS: The oropharynx was revealed to have the most narrow site in the pharynx and there was a tendency for the snorers to have a smaller nasopharyngeal and oropharyngeal cross-sectional area than normal subjects but not statistically significant. There were no significant differences in the volumes of the nasopharynx and oropharynx between the two groups. With advancement of the jaw the minimal cross-sectional area of oropharynx was significantly increased, and the volume was also increased but not significantly. The minimal cross-sectional areas and volumes of nasopharynx as well as hypopharynx were not significantly influenced by the advancement of the mandible.

CONCLUSIONS: There was a tendency for snorers to have a smaller oropharynx than normal subjects and the oropharyngeal lumen was increased with the advancement of the mandible in both snorers and normal subjects.

Key Words: snoring, intraoral appliance, upper airway, CT