

한국 성인 남성 폐쇄성 수면무호흡증 환자에서의 수면내시경 소견

부산대학교병원 이비인후과,¹ 의생명연구원,² 양산부산대학교병원 이비인후과³

홍성룡^{1,2} · 이종길¹ · 이정훈¹ · 조규섭¹ · 노환중³

Sleep Endoscopy in Korean Males with Obstructive Sleep Apnea

Sung-Lyong Hong, MD^{1,2}, Jong-Kil Lee, MD¹, Jung-Hoon Lee, MD¹,

Kyu-Sup Cho, MD, PhD¹ and Hwan-Jung Roh, MD, PhD³

¹Departments of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery; ²Biomedical Research Institute, Pusan National University Hospital, Busan; and ³Departments of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Pusan National University Yangsan Hospital, Yangsan, Korea

— ABSTRACT —

Background and Objectives : Drug-induced sleep endoscopy (DISE) is one of the common techniques that visualize the upper airway dynamics during sleep in patients with obstructive sleep apnea (OSA). Authors tried to present the DISE results and to investigate the their relationship with polysomnography (PSG) findings. **Materials and methods** : Authors enrolled 31 male adults who were diagnosed with OSA between March 2011 and February 2012 at Pusan National University Yangsan Hospital. The data including age, body-mass index (BMI), Friedman staging, DISE findings and PSG results such as apnea-hypopnea index (AHI) and positional dependency were collected by retrospective chart reviews. **Results** : In DISE, 87.0% (27/31) showed the retropalatal airway obstruction and 48.4% (15/31) showed the retroglottal airway obstruction. Among them, 35.5% (11/31) showed obstructions in both the retropalatal and retroglottal airway. The retroglottal airway obstruction was not related with age, BMI or AHI but with Friedman’s palatal position and positional dependency (p=0.020 and 0.029, respectively). **Conclusions** : Friedman’s palatal position may be a good predictor of the retroglottal airway obstruction. This study suggests that a palatal airway surgery plus a positional therapy or a mandibular advancement device can be tried even in severe OSA patients with the retroglottal airway obstruction. (J Clinical Otolaryngol 2012;23:224-229)

KEY WORDS : Obstructive sleep apnea · Polysomnography · Endoscopy · Airway obstruction · Supine position.

서 론

폐쇄성 수면무호흡증은 수면시 상기도의 반복적인 폐

쇄와 이로 인한 기류의 감소 또는 단절 및 혈중 산소포화도의 감소를 그 특징으로 한다.¹⁾ 따라서 폐쇄성수면무호흡증을 치료하기 위해서는 수면시의 상기도 폐쇄부위의 정확한 파악이 필수적이다. 이에 많은 연구자들이 cephalometry, computed tomogram(CT), magnetic resonance image(MRI), esophageal manometry, Müller maneuver 등의 검사법을 이용하여 폐쇄성 수면무호흡증 환자에서 폐쇄부위를 파악하고자 하였으나,²⁾ 이 검사들은 수면 상태가 아닌 각성 상태에서 시행되므로 실제의 수면 상태를

논문접수일 : 2012년 9월 26일
논문수정일 : 2012년 10월 9일
심사완료일 : 2012년 11월 9일
교신저자 : 노환중, 626-770 경남 양산시 물금읍 금오로 20
양산부산대학교병원 이비인후과
전화 : (055) 360-2650 · 전송 : (055) 360-2930
E-mail : rohhj@pusan.ac.kr

반영한다고 할 수 없다. 최근에는 sleep videofluoroscopy²⁾ 및 sleep MRI 등,³⁾ 수면 상태에서의 상기도의 동적 영상을 얻을 수 있는 검사방법들이 소개되고 있으나, 아직까지 보편화되지 못한 상태이다.

한편, 폐쇄성 수면무호흡증 환자에서의 수면내시경은 1991년 Croft 및 Pringle에 의해서 처음 소개되었다.⁴⁾ 이들은 이 검사를 통해 수면시의 상기도 폐쇄부위를 직접 관찰함으로써, 진단 뿐 아니라 적절한 수술적 치료를 선택할 수 있어 치료의 효과를 높일 수 있다고 하였다.⁴⁾ 그동안 널리 알려지지 않은 채 몇몇 연구소에서만 실시되어 오다가 최근 활성화되어, 현재에는 국내에서도 많은 연구자들이 약물 유도 수면내시경(drug-induced sleep endoscopy, DISE)을 실시하고 있다.

저자들은 2010년부터 약물 유도 수면내시경을 실시해 왔다. 이에 본 저자들은 폐쇄성수면무호흡증 환자에서의 수면내시경 검사 소견을 분석하여, 이 환자들에서의 수면시 상기도 폐쇄 양상을 보고하고 수면다원검사(polysomnography, PSG) 지표들 또는 이학적 소견들과의 연관성을 분석하고자 하였다.

대상 및 방법

2011년 3월부터 2012년 2월까지 코골이 및 수면무호흡증을 주소로 양산부산대학교병원 이비인후과에 내원하여 수면다원검사를 시행한 후 폐쇄성 수면무호흡증으로 진단받은 환자 중, 약물 유도 수면내시경을 시행한 환자 42명을 그 대상으로 하였다. 이 중 여자 환자 8명 및 체질량지수(body-mass index, BMI)가 30 kg/m²을 초과하는 3명의 남자 환자는 그 대상에서 제외하고, 나머지 31명의 환자만을 대상으로 하였다. 이들의 인구학적 정보 및 BMI, Friedmann staging,⁵⁾ 수면다원검사 결과, 약물유도 수면내시경 결과 등을 후향적으로 분석하였다.

수면다원검사는 Embla N7000(ResMed Corp., San Diego, CA)를 사용하여 하룻밤 동안 수면검사실에서 실시하였다. 뇌파, 안전도, 턱 근전도를 통해 수면의 단계와 각성을 판정하였다. 호흡량은 열전대와 압력 감지기로, 호흡운동은 흉곽 및 복부 벨트를 이용해 측정하였으며, 그 외 산소포화도 및 체위 센서, 심전도, 양측 전경골근 근전도 검사를 병행하였다. 무호흡은 호흡운동이 유지된 상태에서

서 호흡이 10초 이상 완전히 멈춘 경우로 정의하였고, 저호흡은 측정된 호흡량 진폭이 30% 이상 감소를 보이고 산소포화도가 4% 이상 감소하는 경우로 정의하였다. 수면 1시간당 발생하는 무호흡과 저호흡 횟수 합인 무호흡-저호흡지수(Apnea-Hypopnea Index, AHI)가 5/h 이상일 때 폐쇄성 수면무호흡증으로 정의하였다. 폐쇄성 수면무호흡증의 정도는 AHI가 5/h 이상 15/h 미만일 때를 경중, 15/h 이상 30/h 미만일 때를 중등도, 30/h 이상인 경우를 중등도로 분류하여 진단하였다. 한편 자세의존성 수면무호흡증은 앙와위에서의 AHI가, 복와위, 우측와위, 좌측와위에서의 AHI 중 가장 큰 수치보다 2배 이상 큰 경우로 정의하였다.

약물유도 수면내시경은 1명의 이비인후과 전문의가 시행하였으며, 그 진행 과정은 다음과 같다. 먼저 환자의 비강을 1 : 100,000 epinephrine에 적신 거즈를 이용하여 수축시킨 후, 산소포화도를 측정하면서 앙와위에서 midazolam 0.07 mg/kg(최대용량 7 mg)을 정맥주사하여 수면을 유도하였다. 환자가 코골이 및 수면무호흡을 보이면 굴곡 내시경을 비강내로 진행시켜 연구개 후방 부위, 설근 후방부위 및 후두개부위를 순차적으로 관찰하였다. 정상 호흡시와 비교하여 기도 면적이 50% 이상 좁아질 경우를 폐쇄로 판정하였다(Fig. 1).

모든 통계적 처리는 SPSS 18.0판(SPSS Inc., Chicago, IL)을 이용하여 실시하였다. 각 측정치간의 연관성 분석은 Fisher's exact test 및 linear-by-linear association을 이용하였고, 각 군간의 평균 비교는 Student's t-test를 이용하여 실시하였으며, p값이 0.05보다 작은 것을 의미있는 결과로 해석하였다. 이 연구는 양산부산대학교병원 기관윤리심의위원회의 심의를 통과하였다.

결 과

인구학적 정보 및 이학적 소견

성인 남자 환자 31명의 연령 분포는 24세에서 66세로 중위값은 49세이며, 평균 47.2세(±10.2)이다. 이들의 BMI의 분포는 20.2 kg/m²부터 29.9 kg/m²으로, 평균 25.2 kg/m²(±3.0)이다. 이들의 Friedman staging을 살펴보면, 편도의 크기는 15명(48.4%)이 1단계에, 11명(35.5%)이 2단계에, 6명(19.4%)이 3단계에 해당하였으며, 4단계에 해당

하는 사람은 없었다. 한편 구개의 위치는 3명(9.7%)이 1단계에, 7명(22.6%)이 2단계에, 17명(54.8%)이 3단계, 4명(12.9%)이 4단계에 해당하였다.

수면다원검사 및 약물유도 수면내시경 결과

이번 연구에서는 수면다원검사 결과 중, AHI 및 자세의존성 여부에 대한 정보를 수집하였다. AHI의 분포는 5.4/h에서 93.0/h으로 평균 32.8/h(±25.2)였으며, 경증에 9명, 중등도에 10명, 중증에 12명이 해당하였다. 총 31명 중 18명(58.0%)에서 자세의존성을 보였으며, 13명(42.0%)에서는 자세의존성을 보이지 않았다.

한편, 약물유도 수면내시경에서, 총 31명 중 27명(87.0%)에서 구개후방부의 폐쇄 소견을 보였으며, 15명(48.4%)에서 설근후방부의 폐쇄 소견을 보였다. 이중 구개후방부 및 설근후방부의 폐쇄를 동시에 보인 환자는 11명(35.5%)이었다. 6명(19.4%)에서 후두개의 기도폐쇄 소견을 보였으나 이들은 모두 설근의 후방 이동에 의한 이차적인 폐쇄 소견으로 파악되었다.

설근후방부 폐쇄의 연관 인자 분석

약물유도 수면내시경 검사시, 대부분의 환자에서 구개후방부의 폐쇄 소견을 보이는 점을 감안하여, 이번 연구에서는 설근후방부 폐쇄 여부와 타 지표들과의 연관성을 분석해보고자 하였다. 분석에 포함된 지표는 연령, BMI,

Friedman staging⁵⁾ 중 편도의 크기 및 구개 위치, AHI, 자세의존성 등이었다.

설근후방부 폐쇄 여부에 따른 연령의 차이를 알아보기 위해 설근후방부 비폐쇄군과 폐쇄군으로 나누어 분석해보았을 때, 설근후방부 폐쇄 여부에 따른 연령의 차이는 없었다(46.9±9.9 vs. 47.6±10.8, p=0.758 by Student's t-test).

2000년 WHO에서 제시한 분류에 따르면, 동양인에서는 BMI가 18.5 kg/m² 이상이고 23 kg/m² 미만일 때 표준체중, 23 kg/m² 이상이고 25 kg/m² 미만일 때 과체중, 25 kg/m² 이상이 비만에 해당된다.⁶⁾ 이에 본 연구에서도 BMI를 기준으로 표준체중군(8명)과 과체중군(9명), 비만군(14명)으로 분류하여 설근후방부 폐쇄와의 연관성을 살펴보았으나, 각군간의 통계적으로 유의한 차이를 발견하지 못했다(p=0.412, linear-by-linear association). 또한, 이를 설근후방부 비폐쇄군과 폐쇄군으로 나누어 이들의 BMI를 비교하여 분석하였을 때에도 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(25.8±3.3 vs. 24.7±2.7, p=0.304 by Student's t-test).

Friedman staging에서 편도의 크기는 설근후방부 폐쇄와 상관관계를 보이지 않았으나, 구개의 위치는 그 단계에 따라 각각 0%, 28.6%, 58.9%, 75.0%의 설근후방부 폐쇄율을 보였으며, 이는 통계적으로 유의한 증가였다(p=0.020, linear-by-linear association, Table 1).

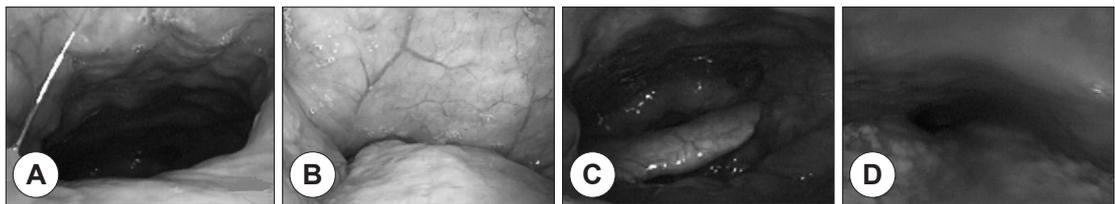


Fig. 1. Findings of drug-induced sleep endoscopy. A : It shows a patent retropalatal airway. B : There is a total obstruction in the retropalatal airway space. C : It shows a patent retroglottal airway. D : There is a total obstruction in the retroglottal airway space.

Table 1. The relationship between palatal position and retroglottal airway obstruction

| | Friedman's palatal position | | | | Total |
|-------------------------------------|-----------------------------|-----------|------------|-----------|------------|
| | Grade I | Grade II | Grade III | Grade IV | |
| Retroglottal airway obstruction (-) | 3 (100%) | 5 (71.4%) | 7 (41.1%) | 1 (25.0%) | 16 (51.6%) |
| Retroglottal airway obstruction (+) | 0 (0%) | 2 (28.6%) | 10 (58.9%) | 3 (75.0%) | 15 (48.4%) |
| Total | 3 (100%) | 7 (100%) | 17 (100%) | 4 (100%) | 31 (100%) |

p=0.020 by linear-by-linear association

Table 2. The relationship between severity of obstructive sleep apnea and retroglossal airway obstruction

| | OSA severity | | | Total |
|-------------------------------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| | Mild | Moderate | Severe | |
| Retroglossal airway obstruction (-) | 6 (66.7%) | 5 (50.0%) | 5 (41.7%) | 16 (51.6%) |
| Retroglossal airway obstruction (+) | 3 (33.3%) | 5 (50.0%) | 7 (58.3%) | 15 (48.4%) |
| Total | 9 (100%) | 10 (100%) | 12 (100%) | 31 (100%) |

p=0.270 by linear-by-linear association

Table 3. The relationship position dependency and retroglossal airway obstruction

| | Position dependency | | Total |
|-------------------------------------|---------------------|------------|------------|
| | (-) | (+) | |
| Retroglossal airway obstruction (-) | 10 (76.9%) | 6 (33.3%) | 16 (51.6%) |
| Retroglossal airway obstruction (+) | 3 (23.1%) | 12 (66.7%) | 15 (48.4%) |
| Total | 13 (100%) | 18 (100%) | 31 (100%) |

p=0.029 by Fisher's exact test

AHI를 기준으로 환자들을 경중군, 중등도군, 중증군으로 나누어 분석해 보았을 때, 중증도가 증가할 수록 설근후방부 폐쇄의 비율이 증가하는 경향을 보였으나(33.3%, 50.0% and 58.3% respectively) 통계적으로 유의하지는 않았다(p=0.270, linear-by-linear association, Table 2). 또한 이를 설근후방부 비폐쇄군과 폐쇄군으로 나누어 이들의 AHI를 비교하여 분석하였을 때에도 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(36.7±29.4 vs. 28.6±20.0, p=0.382 by Student's t-test).

마지막으로, 자세의존성과 설근후방부 폐쇄와의 상관관계를 분석해 보았을 때, 자세의존성이 없는 13명의 환자에서는 3명(23.1%)에서만 설근후방부 폐쇄를 보인 반면, 자세의존성이 있는 18명의 환자에서는 12명(66.7%)에서 설근후방부 폐쇄를 보여, 이 차이는 통계적으로 유의하였다(p=0.029, Fisher's exact test, Table 3).

고 찰

폐쇄성 수면무호흡증의 치료로서 지속적 상기도 양압기(continuous positive airway pressure, CPAP)을 처방할 때에는, 굳이 그 환자에서의 상기도 폐쇄 부위 및 그 동적 패턴을 분석할 필요는 없다. 그러나 CPAP은 불편함으로 인해 환자들의 이행도(compliance)가 떨어지며, 따라서 CPAP 이외의 다른 치료법들을 필요로 하게 되는 경우가 많다. 특히, 상기도 폐쇄 부위 분석은 수술의 성공을

위해 중요성을 지니게 된다. 이에 많은 연구자들이 상기도 폐쇄 부위를 분석하기 위해 여러가지 검사법을 이용해왔다. 그러나 앞서서도 언급한 바와 같이, 많은 검사들이 수면시가 아닌 각성시에 이루어지기 때문에 수면시의 상기도 움직임을 제대로 반영하지 못한다는 단점을 가지고 있다.

이에 sleep videofluoroscopy 및 sleep MRI 등을 통해, 수면시의 상기도 폐쇄부위를 직접적으로 분석하려고 하는 연구자들이 증가하였다. Lee 등은 922명의 환자에서 sleep videofluoroscopy를 시행하였을 때, 77.9%의 환자에서 구개후방부의 상기도 폐쇄 소견을 보이고, 51.5%의 환자에서 설근후방부의 상기도 폐쇄 소견을 보이며, 이중 37.6%에서는 두 부위의 동시 폐쇄 소견을 보인다고 보고하였다.²⁾ 또한 폐쇄성 수면무호흡증의 중증도가 증가할 수록 설근후방부의 폐쇄 비율이 증가한다고 하였다.²⁾ 한편, Moon 등은 35명의 환자에서 sleep MRI를 시행하였을 때, 37.1%의 환자에서 구개후방부의 상기도 폐쇄 소견만을 보이고, 57.1%의 환자에서 구개후방부 및 설근후방부의 상기도 폐쇄 소견을 동시에 보인다고 보고하였다.³⁾

수면내시경은 수면시의 상기도 움직임 및 그 폐쇄부위를 전체적으로 평가할 수 있으며 술식이 간단하고 방사선 노출이 없으며 소요 시간이 짧다는 장점을 지녀 최근 여러 연구자들에 의해 시행되고 있다.⁷⁾ 그러나 수면내시경은 약물을 이용하여 수면을 유도하며, 수면 시작 초기에 검사가 이루어지기 때문에 실제의 정상적인 전체 수면을

반영하지 못한다는 지적이 있다.⁸⁾ 그러나 수면내시경은 지금까지의 여러 검사법 중 실제 수면을 가장 근접하게 반영하는 것으로 알려져 있다.^{9,10)}

본 연구에서는 환자군의 통일성을 위해 BMI가 30 미만인 성인 남성 환자들만을 대상으로 이들의 수면다원검사 및 약물유도 수면내시경 소견을 분석하고자 하였다. 연구 결과, 51.6%의 환자에서 구개후방부 단독 폐쇄 소견을 보였으며, 나머지 48.4%의 환자에서는 설근후방부의 폐쇄 소견을 보였다. 후두개의 폐쇄 소견은 관찰 결과, 단독 폐쇄가 아닌 설근의 후방 이동으로 인한 간접적인 폐쇄 소견이었으며, 설근후방부 폐쇄군 전체의 73.3%에서 구개후방부 폐쇄 또한 동반하였다. 이러한 연구 결과는 기존의 타 연구들과 그 결과가 유사하다고 할 수 있겠다. 또한, 수면무호흡의 중증도가 심해질수록 설근후방부의 폐쇄 소견을 동반하는 경향성을 보이거나 이는 통계적으로 유의하지는 않았다.

한편, 본 연구에서, 자세의존성 수면무호흡증 환자군에서 그렇지 않은 환자군에서보다 설근후방부 폐쇄 비율이 통계적으로 유의하게 높다는 결과를 얻었다. 기존의 연구에 따르면, 자세의존성은 AHI, BMI, 나이, 수면단계 등의 인자들과 연관되어 있다고 알려져 있다.¹¹⁻¹³⁾ 그러나 본 연구에서는 자세의존성은 AHI, BMI, 나이 등의 인자와의 연관성은 보이지 않았으며, 오히려 수면무호흡증의 중증도가 심할 것으로 예상되는 설근후방부 폐쇄군에서 자세의존성이 더 높은 것을 확인하였다. 양와위에서 설근은 연구개보다 중력의 영향으로 하방으로 이동할 수 있는 가능성이 더 크다. 또한 설근의 근 긴장도가 낮은 환자에서는 그 가능성이 더 커진다고 할 수 있다. 결국, 자세의존성 수면무호흡증 환자에서는 설근의 근 긴장도 저하로 설근후방부 폐쇄가 좀 더 많이 발생하게 된다는 것을 뜻하며, 바꾸어 말하면 설근후방부 폐쇄의 경우 수면무호흡증의 자세의존성을 동반할 가능성이 많다는 것을 의미한다. 이는, 설근후방부 폐쇄군에서, 타부위의 폐쇄가 동반된 경우 이에 대한 수술적 치료로 타 폐쇄부위를 해결한 후 측악위 수면을 취하는 자세요법을 함께 처방하고, 타부위의 폐쇄가 동반되지 않은 경우 자세의존성이 있을수록 그 효과가 커진다고 알려져 있는 하악 전진 구강내장치(mandibular advancement device)를 처방함으로써 치료의 효과를 높일 수 있는 가능성이 있음을 암시한다. 그리고 Friedman

staging에서 구개의 위치 단계가 증가할수록 설근후방부의 폐쇄 비율이 유의하게 증가함을 알 수 있어, Friedman staging은 임상에서 설근후방부 폐쇄 가능성을 비교적 쉽고 정확하게 예측할 수 있는 좋은 방법임을 알 수 있었다.

결 론

이번 연구에서, 전체 환자의 87.0%에서 구개후방부의 폐쇄 소견을 보였고, 48.4%에서 설근후방부의 폐쇄소견을 보였으며, 35.5%에서는 구개후방부 및 설근후방부의 동시 폐쇄 소견을 보였다. 이러한 설근후방부의 폐쇄는 Friedman의 구개 위치 단계가 증가할수록, 그리고 자세의존성 수면무호흡증인 경우 그 비율이 유의하게 증가하였다.

결론적으로, 약물유도 수면내시경은 폐쇄성 수면무호흡증 환자에서의 상기도 폐쇄부위를 파악하여 그 치료 방침을 정하는 데에 있어서 중요한 역할을 한다고 할 수 있겠다. 한편, 이번 연구 결과에 따르면, 설근후방부의 폐쇄 소견을 보이는 중증 폐쇄성 수면무호흡증 환자에서도, 수면무호흡증의 자세의존성을 보이는 경우가 많으므로, CPAP이 아닌 다른 치료법, 즉 수술적 치료 및 자세요법 또는 구강내장치의 사용을 먼저 고려해 볼 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 그 효과를 분석하기 위해서는 추후 대규모 환자군을 이용한 전향적 연구가 필요할 것으로 사료된다.

중심 단어 : 폐쇄성 수면무호흡 · 수면다원검사 · 내시경 · 기도폐쇄 · 양와위.

본 논문은 2012년도 부산대학교병원 임상연구비 지원에 의해 이루어졌음.

REFERENCES

- 1) Sundaram S, Bridgman SA, Lim J, Lasserson TJ. *Surgery for obstructive sleep apnoea. Cochrane Database Syst Rev 2005;(4):CD001004.*
- 2) Lee CH, Hong SL, Rhee CS, Kim SW, Kim JW. *Analysis of upper airway obstruction by sleep videofluoroscopy in obstructive sleep apnea: a large population-based study. Laryngoscope 2012;122(1):237-41.*
- 3) Moon IJ, Han DH, Kim JW, Rhee CS, Sung MW, Park JW, et al. *Sleep magnetic resonance imaging as a new diagnos-*

- tic method in obstructive sleep apnea syndrome. Laryngoscope* 2010;120(12):2546-54.
- 4) Croft CB, Pringle M. *Sleep nasendoscopy: a technique of assessment in snoring and obstructive sleep apnoea. Clin Otolaryngol Allied Sci* 1991;16(5):504-9.
 - 5) Friedman M, Ibrahim H, Bass L. *Clinical staging for sleep-disordered breathing. Otolaryngol Head Neck Surg* 2002;127(1):13-21.
 - 6) World Health Organization. *The Asia-Pacific perspective: redefining obesity and its treatment. WHO*;2000.
 - 7) Kang IG, Lee YK, Min KK, Woo JH, Cha HE, Kim ST. *Evaluation of the obstructive site in patients with obstructive sleep apnea using sleep endoscopy. Korean J Otolaryngol* 2007;50(3):225-8.
 - 8) den Herder C, van Tinteren H, de Vries N. *Sleep endoscopy versus modified Mallampati score in sleep apnea and snoring. Laryngoscope* 2005;115(4):735-9.
 - 9) Berry S, Roblin G, Williams A, Watkins A, Whittet HB. *Validity of sleep nasendoscopy in the investigation of sleep related breathing disorders. Laryngoscope* 2005;115(3):538-40.
 - 10) Roblin G, Williams AR, Whittet H. *Target-controlled infusion in sleep endoscopy. Laryngoscope* 2001;111(1):175-6.
 - 11) Mador MJ, Choi Y, Bhat A, Dmochowski J, Braun M, Gotumukkala VA, et al. *Are the adverse effects of body position in patients with obstructive sleep apnea dependent on sleep stage? Sleep Breath* 2010;14(1):13-7.
 - 12) Richard W, Kox D, den Herder C, Laman M, van Tinteren H, de Vries N. *The role of sleep position in obstructive sleep apnea syndrome. Eur Arch Otorhinolaryngol* 2006;263(10):946-50.
 - 13) Oksenberg A, Silverberg DS, Arons E, Radwan H. *Positional vs nonpositional obstructive sleep apnea patients: anthropomorphic, nocturnal polysomnographic, and multiple sleep latency test data. Chest* 1997;112(3):629-39.