

□ 원 저 □

수면 무호흡 증후군에서 지속적 양압 치료시의 최적압 및 그 도달기간

영남대학교 의과대학 내과학교실

이 관 호 · 이 현 우

= Abstract =

Nasal Continuous Positive Airway Pressure Titration and Time to Reach Optimal Pressure in Sleep Apnea Syndrome

Kwan Ho Lee, M.D. and Hyun Woo Lee, M.D.

Department of Internal Medicine, Yeungnam University, College of Medicine, Taegu, Korea

Background: Nasal applied continuous positive airway pressure(CPAP) is a highly effective method of treatment for obstructive sleep apnea syndrome. More than a decade of accumulated experience with this treatment modality confirmed that it is unquestionably the medical treatment of choice for patients with obstructive sleep apnea syndrome. However it takes long time to reach optimal CPAP pressure.

To save the time to reach optimal pressure, it is necessary to clarify the time to reach optimal pressure for treatment of obstructive sleep apnea syndrome.

Method: CPAP pressure is titrated during an overnight study according to a standardized protocol. Just before the presleep bio-calibration procedures, the technician applies the nasal mask and switches on the clinical CPAP unit. Initial positive for pressure is typically 3.0 centimeters of water pressure. After sleep onset, the technician gradually increases the pressure until sleep-disordered breathing events disappear or become minimal. The pressure must maintain maximal airway patency during both NREM and REM sleep to be considered effective. Before recommending a final pressure setting, sleep recording and oximetry data are reviewed by an American Board of Sleep Medicine certified Sleep Specialist and a Registered Polysomnographic Technologist.

Results: We examined the time required to reach optimal pressure during routine CPAP titration in 127 consecutively evaluated individuals diagnosed with sleep-disordered breathing. Results indicate that 33% of patients required more than four hours to attain satisfactory titration. This indicates that a four-hour session is marginally enough time, at best, to determine a proper CPAP pressure setting. Moreover, 60 of 127 patients required further adjustment after optimal pressure

was reached. These additional pressure trials were needed to confirm that higher pressures were not superior for eliminating sleep-disordered breathing events.

Conclusions: The data presented underscore the logistical difficulty of titrating CPAP during split-night studies without modifying the titration procedure. Furthermore, the time needed to reach optimal pressure makes it improbable that proper CPAP titration can be performed during a 2-3 hour nap study.

Key Words: Continuous positive airway pressure, Optimal pressure, Obstructive sleep apnea syndrome

서 론

수면 무호흡 증후군은 수면동안에 적어도 10초 이상의 호흡이 반복적으로 정지됨으로서 일어나는 낮동안의 과도한 졸음, 코골음, 지적장애, 폐동맥 및 전신성 고혈압, 폐성심, 부정맥, 허혈성 심질환, 뇌졸중, 성기능장애 등의 증상 및 증후가 동반되는 질환이다^{1~6}. 또한 수면 무호흡 증후군은 호흡정지로 인한 저산소혈증으로 심폐부전, 말초혈관 기능장애 혹은 중추신경질환을 유발시킬 수 있을 뿐만 아니라 갑작스런 사망에도 이르게 할 수 있는 질환이다^{7~11}. 이와 같이 수면 무호흡 증후군은 심한 의학적, 사회적, 정신적 질환 등과 같은 여러가지 문제를 야기할 수 있기 때문에^{12~14} 조기 진단 및 적절한 치료가 요구된다.

현재까지 폐쇄성 수면 무호흡 증후군에 대한 치료는 비강을 통한 지속적 기도 양압(nasal continuous positive airway pressure; CPAP) 치료가 가장 안전하고 효과적인 것으로 알려져 있다^{15~22}. 마스크를 통한 지속적 기도 양압 치료법은 1981년 Sullivan 등²³에 의해 처음 개발되었으며 이당시만 하여도 수술이 수면 무호흡 증후군의 가장 좋은 치료법으로 여겨졌기 때문에 지속적 기도 양압 치료법에 관한 연구가 큰 관심을 끌지 못하였다²⁴. 1986년경에 비로소 몇몇 수면 클리닉에서 이 지속적 기도 양압 치료법을 사용하기 시작하였으며, 이후부터 현재까지 지속적 기도 양압 치료기기의 단점을 개선해 오고 있다²⁵.

수면 무호흡 증후군의 진단 및 치료상의 문제점은 환

자들이 기존의 수면다원화검사를 위해서는 적어도 2일 혹은 3일간 입원하여야 하기 때문에 검사자의 시간과 노력, 그리고 환자들의 경제적 손실이 많은 것이다^{26~30}.

저자들은 수면 무호흡 증후군 환자에서 지속적 기도 양압 치료시의 최적 양압 및 그 치료효과를 파악하고, 그 최적압에 도달하는 시간을 파악하여, 전통적 수면다원화검사 및 지속적 기도 양압 치료에 소요되는 검사자의 시간과 노력 그리고 환자들의 경제적 손실을 줄여 보고자 한다.

대상 및 방법

연구대상은 Baylor College of Medicine, Veterans Affairs Hospital Sleep Disorders and Research Center Laboratory로 전원되어 온 수면 무호흡 증후군 환자로 하였고 이들중 머리 손상, 기질적 뇌증후군, 뇌졸중, 갑상선 기능저하증, non-ambulatory patient, 산소치료를 필요로 하는 환자, 약물중독환자, 정신질환자들은 제외시켰다.

전원되어 온 모든 환자는 검사전, human studies를 위한 Institutional Review Board의 허락후 환자의 동의를 받고 검사를 실시하였다. 환자들에서 수면다원화 검사전에 검사당일날 기초검사로, Sleep Disorders Questionnaire, The Epworth Sleepiness Questionnaire, Standardized Psychological Test Battery, 30 minutes Visual Virgience-Performance Test(MVT), Pre-Sleep Questionnaire 등의 검사를 하였다. 수면다원화검사는 Nihon Kohden Neurofax Polygraph로 실

시하였으며, 표준체표전극으로 뇌전도, 안전도, 근전도, 심전도 등의 활동을 기록하였고, 호흡의 유무 관찰은 비강과 구강 thermistors로, 흉부 및 복부의 호흡운동은 pneumobelt로, 산소포화도는 Biox II & III oximeter로, 각각 기록하였다.

결과의 판독은 전문 technician이 sleep stage는 Rechtschaffen과 Kales의 방법³¹⁾에 따라서 판독하였고, 무호흡은 10초 이상 흡시기 기도 흐름이 없을 때로, 저호흡은 10초 이상 흡시기 기도 흐름이 50% 이상 감소하였을 때로 정의하였다. 무호흡 지수는 시간당 무호흡수로, 무호흡·저호흡지수는 시간당 무호흡과 저호흡의 수로 판정하였으며 nasal CPAP 기계는 Respronic BiPAP을 사용하였으며, 양압의 적용은 2Cm H₂O에서 부터 시작하여 무호흡과 저호흡이 없어지고 산소포화도가 향상될 때까지 증가시켜 최적압을 구하였고, 동시에 이 최적압에 도달한 시간을 구하였으며, 최적압 적용유무에 따른 치료효과를 판정하였다.

결 과

대상환자들은 127예였고, 이들의 평균연령은 53.4±11.4(27~83)세였다. 신장은 평균 176.5±8.2(157~198)Cm였고, 체중은 109.4±25.5(57~207)Kg이었으며, body mass index(BMI)는 35.1±8.2(27~44)Kg/m²

Table 1. Anthropometric Data

	N	Mean±SD	Range
Age, yr	127	53.4±11.4	27~83
Height, Cm	124	176.5±8.2	157~198
Weight, Kg	124	109.4±25.5	57~207
BMI*, Kg/m ²	124	35.1±8.2	27~44

* BMI=body mass index

Table 3. Time to Reach Optimal Pressure and Other Pressure Trial After Optimal Pressure Reached

	Mean±SD	Time to Reach (minutes)	Other Trial After(N/%)	
			Yes	No
Optimal CPAP* (CmH ₂ O)	7.7±2.9	151.5±91.3	60/47.2	67/52.8

* CPAP=continuous positive airway pressure

였다(Table 1).

수면다원화검사소견은, 진단적 검사와 지속적 기도 양압 치료시 각각 총수면시간은 377.5±45.2분, 369.7±52.9분으로 유의한 차이가 없었고, 효과적인 수면시간은 79.3±14.4분과 80.8±13.5분으로 양군에서 유의한 차이가 없었다(Table 2).

REM 수면 %는 12.9±7.9%, 22.3±12.5%로 지속적 기도 양압 치료시 유의하게 높았으며(p<0.01), REM 수면에 도달하는 시간은 121.1±7.25분, 88.7±60분으로 지속적 기도 양압 치료시에 유의하게 더 짧았다(p<0.01)(Table 2).

무호흡지수는 36.2±31.8, 1.8±3.0, 무호흡·저호흡 지수는 38.6±30.5, 10.5±9.4로 각각 유의하게 지속적 기도 양압 치료시에 더 낮았다(p<0.01)(Table 2).

최저 산소포화도는 68.9±15.9%, 86.5±8.7%로 지속적 기도 양압 치료시에 유의하게 향상되었다(p<0.01)(Table 2).

지속적 양압 치료시 평균 최적압은 7.7±2.9Cm H₂O였으며, 이 최적압에 도달하는데 걸리는 시간은 평균

Table 2. Polysomnographic Data*

	Baseline	with CPAP
TST(minutes)	377.5±45.2	369.7±52.9
SE	79.3±14.4	80.8±13.5
REM%	12.9±7.9	22.3±12.5#
Latency to REM	121.1±72.5	88.7±60#
AI	36.2±31.8	1.8±3.0#
AHI	58.6±30.5	10.5±9.4#
Lowest SaO ₂ (%)	68.9±15.9	86.5±8.7#

* Values are mean±SD, TST=total sleep time, SE=sleep efficiency, REM%=rapid eye movement%, AI=apnea index, AHI=apnea/hypopnea index, CPAP=continuous positive airway pressure
P<0.01 compared with baseline

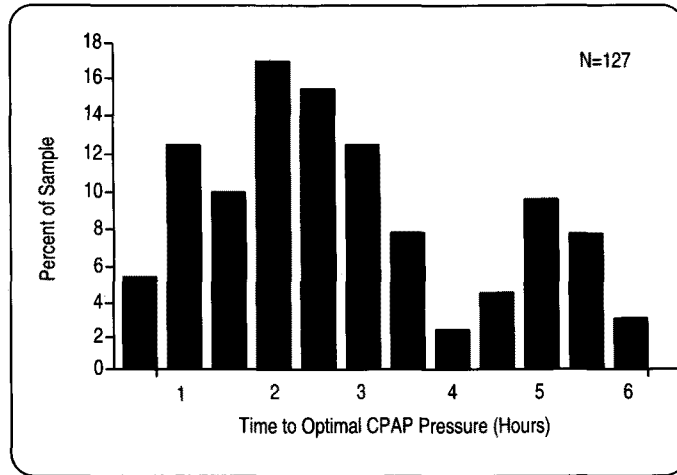


Fig. 1. Distribution of Times needed to Reach First Occurrence of Optimal CPAP Pressure

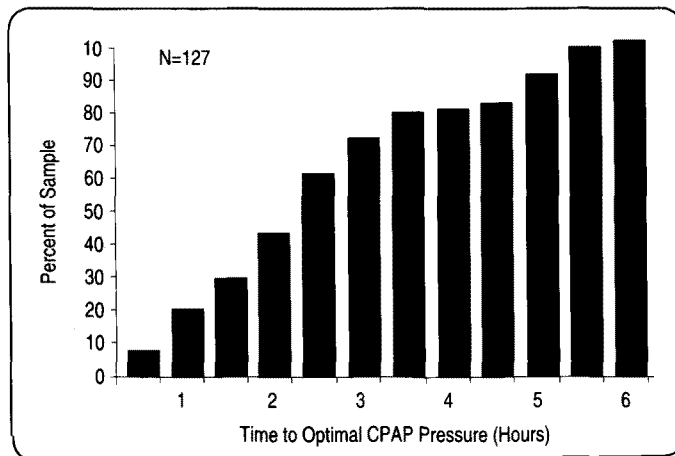


Fig. 2. Cumulative Distribution of Times needed to Reach First Occurrence of Optimal CPAP Pressure

151.5±91.3분이었고(Table 3), 지속적 기도 양압 치료 시 환자들의 33%에서 최적압에 도달하는데 4시간 이상이 걸렸다(Fig. 1, 2). 또한 최적압 도달후에 다시 압 조정이 필요하였던 경우는 60예(47%)(Table 3, Fig. 3)였고, 67예(53%)에서는 더 이상의 압 조정없이 처음의 최적압을 유지하였다(Table 3, Fig. 4).

고 찰

수면 무호흡 증후군 치료로 지속적 기도 양압 치료시

의 평균 최적압은 7.7±2.9Cm H₂O이었고, 이 최적압에 도달하는데 걸리는 시간은 151.5±91.3분이었다.

현재까지 폐쇄성 수면 무호흡 증후군에 대한 치료는 비강을 통한 지속적 양압(nasal continuous positive airway pressure; CPAP) 치료가 가장 안전하고 효과적인 것으로 알려져 있다^{15~22)}. 마스크를 통한 지속적 기도 양압 치료법은 1981년 Sullivan 등²³⁾에 의해 처음 개발되었으며 이당시만 하여도 수술이 수면 무호흡 증후군의 가장 좋은 치료법으로 여겨졌기 때문에 지속적 기도 양압 치료법에 관한 연구가 큰 관심을 끌지 못하

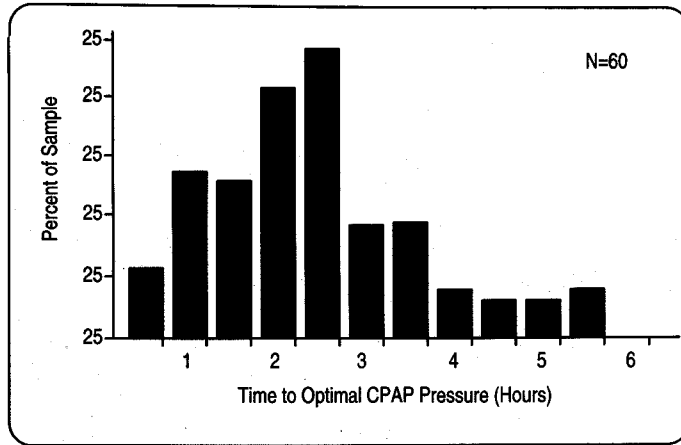


Fig. 3. Distribution of Times needed to Reach First Occurrence of Optimal CPAP Pressure

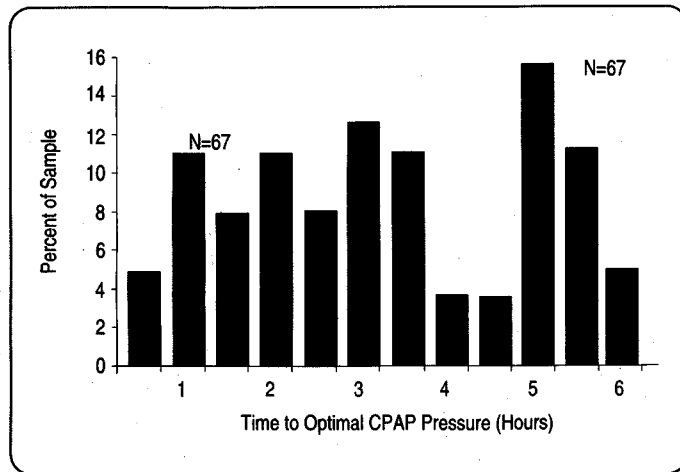


Fig. 4. Distribution of Times needed to Reach First Occurrence of Optimal CPAP Pressure

였다²⁴⁾. 1986년경에 비로소 몇몇 수면 클리닉에서 이 지속적 기도 양압 치료법을 사용하기 시작하였으며, 이후부터 현재까지 여러 수면 클리닉에서 수면 무호흡 증후군의 치료로 널리 사용되고 있으며, 또한 지속적 기도 양압 치료기기의 단점을 계속 개선해 오고 있다²⁵⁾.

폐쇄성 무호흡 환자에서의 지속적 기도 양압 치료는 무호흡을 없애며, 야간성 저산소혈증을 향상시키고, 수면을 정상화시키며, 무호흡으로 인한 사망률을 감소시킬 수 있다^{32~34)}. 지속적 기도 양압 치료시에 양압의 정도는 대개에서는 10~12cm H₂O의 양압으로는 큰 부

작용없이 사용될 수 있으나²⁵⁾, 일반적으로는 적용되는 양압이 높을수록 환자들이 불편함을 많이 호소한다. 따라서 지속적 기도 양압 치료시, 무호흡을 없애고 야간성 저산소혈증을 호전시키며, 수면을 정상화시키면서 양압으로 인한 불편함을 느끼지 않을 정도의 최적압을 구하는 것이 필수적이다. 특히 최근에는 지속적 기도 양압 치료법이 수면 무호흡이외의 다른 질환 즉, 만성 기도장애환자, 저호흡증후군, 신경근육질환 및 척추만곡증이 있는 환자에서의 호흡부전의 치료에도 효과적으로 사용^{35~39)}되고 있기 때문에 이들 질환에서의 최적

압을 예측하기 위해서도 최적압치를 구하는 것이 필요할 것으로 생각된다. 대개에서는 최적압을 구하기 위해서, 기본양압을 2 내지 3Cm H₂O부터 시작하여 효과를 관찰하여 약 15분동안 효과가 없으면 다시 압을 1~2Cm H₂O씩 증가시켜서 최적압을 구하는 것이 원칙이다. 따라서 수면다원화검사시 이러한 최적압에 도달하는데 시간이 많이 걸릴 수 있기 때문에 검사자는 시간과 노력이 많이 들고 환자들은 경비가 많이 드는 단점이 있다. 이에 최근에는 많은 수면장애치료클리닉에서 기존의 야간성 수면다원화검사시의 이와 같은 시간과 노력 그리고 경제적 손실을 줄여 보고자 낮동안의 수면다원화검사(nap studies)^{26~28}와 분리아간 수면다원화검사(split night studies)²⁹의 가능성에 관한 연구가 진행되고 있다.

Marcus 등²⁶은 소아에서 nap studies를 실시한 결과 nap study가 수면무호흡증후군 진단의 선별방법으로 유효한 것으로 보고하였고, Sériès 등³⁰은 낮동안의 수면다원화검사가 수면무호흡증후군의 진단에 유효하나 sleep architecture를 조사하기에는 불충분하다고 하였으며 저산소혈증은 낮게 추정되는 것으로 보고하였다. Sanders 등²⁹은 분리아간수면다원화검사 결과 첫 2시간동안의 야간검사가 수면중 호흡장애질환의 진단에 효과적이라 하였다. 반면에 Silvestri 등⁴⁰은 nap studies가 수면장애지표를 조사하는데 불충분하다고 하였다.

이와 같이 현재까지 수면무호흡증후군의 진단적인 면^{35~39}에서는 nap study나 split night studies 등과 같은 연구가 많이 되고 있으나 이와 같은 새로운 검사가 수면무호흡증후군의 치료적인 면 즉, 최적 지속적 기도양압치를 구하는데 효과적일 수 있을 지에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

저자들의 연구결과, 지속적 기도양압의 최적치를 구하는데 걸리는 시간이 평균 151.5±91.3분 이었고, 대상환자의 약 33%에서 4시간 이상 걸렸다. 또한 최적압 도달후에도 압의 재조정이 필요하였던 경우가 47%였다. 이와 같은 결과로 보아 수면무호흡증후군의 진단 및 치료시 기존의 야간성 수면다원화검사로 인한 검사자의 시간과 노력의 낭비, 환자들의 경제적 부담을 줄이기 위하여 최근 시도되고 있는 nap study와 split

night study가 수면 무호흡 증후군의 진단에는 효과가 있을 것으로 생각되나, 치료로 지속적 기도양압의 최적치를 구하는데는 시간적으로 부족할 것으로 여겨진다.

저자들의 연구결과로 보아 nap study시 일반적으로 소요되는 검사기간인 2~3시간은 최적 지속적 기도양압치를 얻기에 불충분할 것으로 생각되며, split night study시에도 최적 지속적 기도양압치를 구하기 위해서는, 기존의 연구계획을 변경시켜야 할 것으로 생각된다.

앞으로 nap study나 split night study가 어느 정도의 최적 지속적 기도양압치를 구하기 위한 효과적인 검사가 되기 위해서는 폐쇄성 무호흡증후군에서 이러한 검사전에 지속적 기도양압의 최적치를 예측할 수 있는 방법에 관한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

요 약

연구배경: 수면무호흡증후군은 호흡정지로 인한 저산소혈증때문에 심·폐부전, 말초혈관 기능장애 혹은 중추신경질환을 유발할 수 있을 뿐만 아니라 갑작스런 사망을 일으킬 수 있는 질환으로 조기진단 및 적절한 치료가 요구된다. 현재까지는 지속적 기도양압 치료가 가장 효과적인 치료법으로 알려져 있으나, 최적양압을 구하기 위하여는 검사자나 환자의 시간과 노력 그리고 경제적 손실이 많은 실정이다.

저자들은 지속적 기도양압 치료시의 최적양압에 도달하는 시간을 파악하여 전통적 수면다원화검사 및 양압처방에 소요되는 시간과 노력 그리고 경제적 손실을 줄여 보고자 한다.

방법: 수면무호흡증후군 환자에서 진단 및 치료적 수면다원화검사를 실시하며 최적 지속적 기도양압은 2Cm H₂O부터 시작하여 무호흡이 정상화되고 최저산소포화도가 향상될 때까지 증가시켜 최적압 도달까지 걸린 시간을 측정·분석하였다.

결과:

1) 지속적 기도양압 치료시 치료전보다 총수면시간, 효과적인 수면시간은 유의한 차이가 없었으나, REM 수면, REM 수면에 도달하는 시간, 무호흡지수, 무호흡.저호흡지수, 최저산소포화도는 의의있게 호전되었다.

2) 평균 최적 지속적 기도양압은 7.7±2.9Cm H₂O였

고, 이 최적압에 도달하는데 걸리는 시간은 151.5 ± 91.3 분이었다.

3) 대상환자들의 33%에서 최적압에 도달하는데 4시간 이상이 소요되었으며, 최적압 도달후 다시 압조정이 필요하였던 경우는 60(47%)에 였고, 나머지 67(53%) 예에서는 더 이상의 압조정이 필요없이 처음의 최적압으로 효과가 있었다.

결론: 최적 지속적 기도양압치에 도달하는데 환자의 약 1/3에서 4시간 이상 걸리는 것으로 보아 split night CPAP titration 방법은 수정되어야 할 것으로 생각되며, nap study시의 2~3시간은 적절한 CPAP titration을 하기에는 불충분할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) Guilleminault C, Partinen M: Obstructive sleep apnea syndrome: Clinical research and treatment. New York, Raven Press, 1990
- 2) Lavie P: Sleep apnea in industrial workers. In: Guilleminault C, Lugaresi E, eds. Sleep/wake disorders: natural history, epidemiology, and long-term evaluation. p127, New York, Raven Press, 1983
- 3) Thorpy MJ: Handbook of sleep disorders New York, Marcel Dekker, 1990
- 4) Guilleminault C, Van Den Hoed J, Mitler M: Clinical overview of the sleep apnea syndromes. In: Guilleminault C, Dement W, eds. Sleep apnea syndromes. p1, New York, Alan R Liss, 1978
- 5) ICSD-International Classification of Sleep Disorders: Diagnostic and coding manual. Diagnostic classification steering committee, Thorpy MJ, Chairman. Rochester, Minnesota: American Sleep Disorders Association 1990
- 6) Guilleminault C, Dement WC: Sleep apnea syndromes. New York, Liss 1978
- 7) He J, Kryger MH, Zorick F, Conway W, Roth T: Mortality and apnea index in obstructive sleep apnea; Experience in 385 male patients. Chest **94**:9, 1988
- 8) Millman RP, Redline S, Carlisle CC, Assaf AR, Levinson PD: Daytime hypertension in obstructive sleep apnea. Prevalence and contributing risk factors. Chest **99**:861, 1991
- 9) Derman S, Karacan I, Hirshkowitz M, Buijs A, Buijsen K, Williams RL: Oxygen desaturations in patients with sleep apnea syndrome. Sleep Res **10**:191, 1981
- 10) Hirshkowitz M, Karacan I, Gurakar A, Salis PJ, Safi MF, Kayatekin S: Hypertension and sleep apnea in men. Sleep Res **16**:478, 1987
- 11) Hirshkowitz M, Rando KC, Hamilton CR, Gokcebay N, Karacan I: Sleep apnea, aging, and arterial risk factors. Sleep Res **19**:237, 1990
- 12) Braz S, Hirshkowitz M, Neumann BG, Tufik S: Association between medical problems and sleep-wake complaints in the population of Sao Paulo. Sleep Res **20**:361, 1991
- 13) Mitler M, Carskadon M, Czeisler C: Catastrophes, sleep, and public policy: consensus report. Sleep **11**:100, 1988
- 14) Findley L, Barth J, Powers D: Cognitive impairment in patients with obstructive sleep apnea and associated hypoxemia. Chest **90**:686, 1986
- 15) Grunstein RR, Dodd MJ, Costas L, Sullivan CE: Home nasal CPAP for sleep apnea-acceptance of home therapy and its usefulness. Aust NZ J Med **16**:635, 1986
- 16) Sanders MH, Gruendl CA, Rogers RM: Patient compliance with nasal CPAP therapy for sleep apnea. Chest **90**:330, 1986
- 17) Krieger J, Kurtz D: Objective measurement of compliance of nasal CPAP treatment for the obstructive sleep apnea syndrome. Eru Respir J **1**:436, 1988
- 18) Kribbs NB, Pack AI, Kline LR: Objective measurement of patterns of nasal CPAP use by patients with obstructive sleep apnea. Am Rev

- Respir Dis **147**:887, 1993
- 19) Nino-Murcia G, McCann CC, Bliwise DL: Compliance and side effects in sleep apnea patients treated with nasal continuous positive airway pressure. *West J Med* **150**:165, 1989
 - 20) Rapoport DM, Garay SM, Goldring RM: Nasal CPAP in obstructive sleep apnea: Mechanisms of action. *Bull Eur Physiopathol Respir* **19**:616, 1983
 - 21) Strohl KP, Redline S: Nasal CPAP therapy, upper airway muscle activation and obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* **134**:555, 1986
 - 22) Mortola JP, Al-Shway S, Noweraj A: Importance of upper airway airflow in the ventilatory depression of laryngeal origin. *Pediatr Res* **17**:550, 1983
 - 23) Sullivan CE, Issa FG, Berthon-Jones M, Eves L: Reversal of obstructive sleep apnea by continuous positive airway pressure applied through the nares. *Lancet* **1**:862, 1981
 - 24) Walker EB, Frith RW, Harding DA, Cant BR: Uvulopalato-pharyngoplasty in severe idiopathic obstructive sleep apnea syndrome. *Thorax* **44**:205, 1989
 - 25) Kryger MH, Roth T, Dement WC: Chapter 67, Continuous positive airway pressure in sleep-disorder breathing, in Sullivan CE and Grunstein RR, *Principles and Practice of Sleep Medicine*, 2nd Ed., p 694, Philadelphia, W.B. Saunders Company 1994
 - 26) Marcus CL, Keens TG, Ward SLD: Comparison of nap and overnight polysomnography in children. *Pediatric Pulmonology* **13**:16, 1992
 - 27) Goode GB, Slyter HM: Daytime polysomnogram diagnosis of sleep disorders. *J Neurol Neurosurg Psych* **46**:159, 1983
 - 28) Crocker BD, Olson LG, Saunders NA, Herisley MJ, Mckee JL, Allen KM, Gyulay SG: Estimation of the probability of disturbed breathing during sleep before a sleep study. *Am Rev Respir Dis* **142**:14, 1990
 - 29) Sanders MH, Black J, Constantino JP, Kern N, Studnicki K, Coates J: Diagnosis of sleep-disordered breathing by half-night polysomnography. *Am Rev Respir Dis* **144**:1256, 1991
 - 30) Sériès F, Cormier Y, La Forge J: Validity of diurnal sleep recording in the diagnosis of sleep apnea syndrome. *Am Rev Respir Dis* **143**:947, 1991
 - 31) Rechtschaffen A, Kales A: A manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages in human subjects, NIH Publication No. 204. Washington DC, US Government Printing Office, 1968
 - 32) Issa FG, Sullivan CE: Reversal of central sleep apnea using nasal CPAP. *Chest* **90**:165, 1986
 - 33) Grunstein RR, Handelsman DJ, Awrence S: Neuroendocrine dysfunction in sleep apnea: Reversal by nasal continuous positive airway pressure. *J Clin Endocrinol Metab* **68**:352, 1989
 - 34) Powell NB, Reiley RW, Guillemineault C, Nino-Murcia G: Obstructive sleep apnea, continuous positive airway pressure and surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg* **99**:362, 1988
 - 35) Piper AJ, Parker S, Torzillo P: Nocturnal nasal IPPV stabilizes patients with cystic fibrosis and hypercapnic respiratory failure. *Chest* **102**:846, 1992
 - 36) Cherniack N: Respiratory dysrhythmias during sleep. *N Engl J Med* **305**:325, 1981
 - 37) Ellis ER, Bye PTP, Bruderer JW, Sullivan CE: Treatment of respiratory failure during sleep in patients with neuromuscular disease: Positive pressure ventilation with a nose mask. *Am Rev Respir Dis* **135**:148, 1987
 - 38) Ellis E, McCauley VB, Mellis C, Sullivan CE: Treatment of alveolar hypoventilation in a six-year-old with intermittent positive pressure

- ventilation through a nose mask. *Am Rev Respir Dis* 136:188, 1987
- 39) Ellis ER, Grunstein RR, Chan CS: Non-invasive ventilatory support during sleep improves respiratory failure in kyphoscoliosis. *Chest* 94:811, 1988
- 40) Silvestri R, Guilleminait C, Coleman R, Roth T, Dement WC: Nocturnal sleep versus daytime nap findings in patients with abnormalities during sleep. *Sleep Res* 22:354, 1993