

# ESTUDIO DE LOS TRASTORNOS RESPIRATORIOS DEL SUEÑO (POLISOMNOGRAFÍA)

E. Rodríguez Becerra, G. Botebol Benhamou\* y C. Muñoz Villa\*

Servicio de Neumología y \* Servicio de Neurofisiología Clínica. Hospital Universitario Virgen del Rocío. Sevilla

## Introducción y definiciones

La polisomnografía se define como un método para la identificación y evaluación de los estadios de sueño y de determinadas variables fisiológicas durante el mismo. Es la técnica utilizada con más frecuencia hasta el momento actual para el diagnóstico de las alteraciones respiratorias durante el sueño.

Cuando la polisomnografía se realiza con la finalidad fundamental de analizar las alteraciones respiratorias del sueño, suele denominarse *estudio respiratorio del sueño*<sup>1</sup>, con objeto de diferenciarla de aquellas que se realizan con finalidad de análisis cardiológico, neurológico, etc.

Como tendremos ocasión de ver, el análisis de los trastornos respiratorios del sueño empieza a realizarse, por razones de simplicidad y economía, sin registro simultáneo del EEG, denominándose a este método estudio simplificado del sueño.

Con objeto de cumplir la finalidad que persigue, la polisomnografía ha de incluir la realización de los siguientes registros:

Estadios del sueño

Medida del flujo aéreo

Registro de los movimientos respiratorios

Saturación de oxígeno

Posición corporal (en la que ocurren los fenómenos)

A estas medidas básicas puede asociarse el registro de los movimientos de brazos y piernas, con objeto de detectar otros problemas relacionados con el sueño (síndrome de piernas inquietas, convulsiones, etc.).

## Registro de los estadios del sueño (electroencefalografía)

La práctica del electroencefalograma (EEG) ha sido estandarizada desde hace años<sup>2,3</sup> y permite el registro de la actividad cerebral. Mediante su realización es posible definir si el paciente está o no dormido y en caso positivo en qué estadio del sueño se encuentra, hecho éste de gran interés para establecer qué trastornos respiratorios aparecen vinculados al sueño y a qué

fases concretas del mismo. De igual modo permite observar que tipo de sueño se da en los pacientes que tienen trastornos de la respiración, explicando buena parte de la clínica en vigilia de pacientes, que como en el síndrome de apnea del sueño (SAS), tienen una marcada hipersomnolencia diurna, por sueño de mala calidad nocturno.

Objetivar los estadios de sueño no es factible hacerlo de forma segura sólo con la práctica del EEG, por lo que habitualmente se acompaña, formando parte del mismo, la realización del electrooculograma (EOG), que permite identificar aquellas fases en las que hay movimiento rápido de los ojos fase REM - (*rapid eye movement*) de los no-REM. Simultáneamente, y con el objeto de valorar el tono muscular, se realiza un electromiograma (EMG), para lo que de forma rutinaria se recurre al EMG submentoniano.

La realización de esta técnica es lo suficientemente conocida<sup>4</sup> (figs. 1, 2 y 3), como para que no plantee problemas su realización, por lo que habitualmente pueden identificarse adecuadamente las distintas fases del sueño.

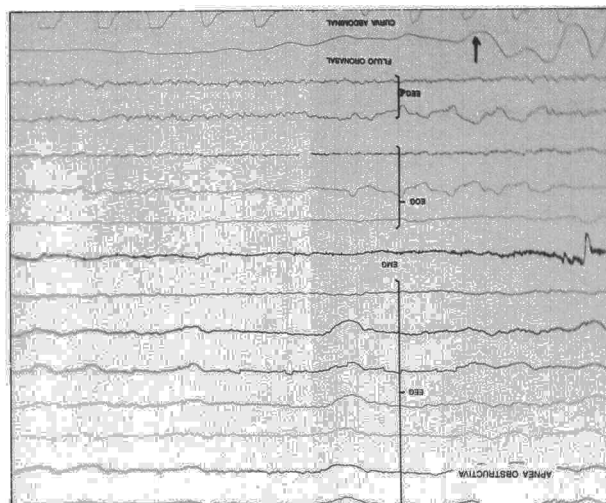


Fig. 1. Polisomnografía de apnea obstructiva. A partir de la flecha cesa el flujo aéreo oronasal (medido con termistores), a pesar de la persistencia del esfuerzo respiratorio (curva abdominal medida con bandas de estiramiento). EEG: curva EEG ampliada.

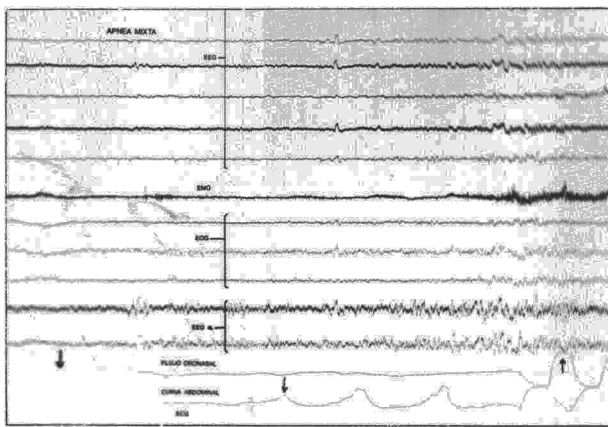
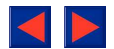


Fig. 2. Polisomnografía de apnea mixta. Tras el cese del flujo aéreo (flecha primera) y del esfuerzo respiratorio, característico de la apnea central, hay una recuperación del movimiento respiratorio (segunda flecha) que no consigue generar flujo aéreo hasta más tarde (flecha tercera).

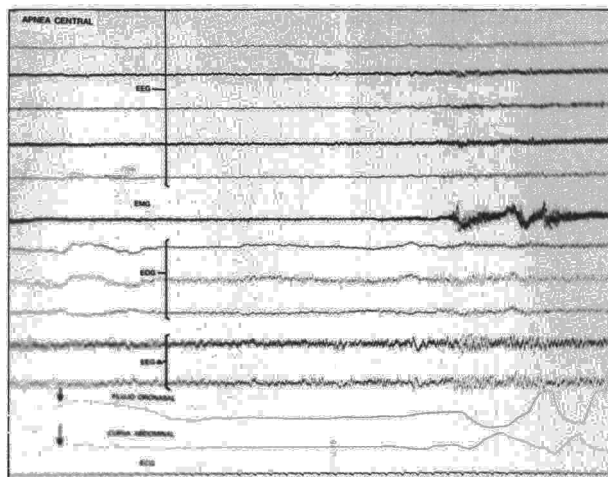


Fig. 3. Polisomnografía de apnea central. A partir de la flecha hay cesación de flujo aéreo y de movimiento respiratorio.

### Medida del flujo aéreo

Uno de los acontecimientos respiratorios más frecuentes en el sueño, especialmente en la fase REM, es la aparición de apneas, definidas como la cesación del flujo aéreo. Por otro lado, la disminución del mismo a la mitad de su valor inicial, especialmente si se acompaña de desaturación, constituye la hipopnea. Otras alteraciones respiratorias (respiración periódica, hiperpneas, etc) también necesitan para su medida el registro del flujo aéreo, para lo que se han desarrollado diferentes métodos:

#### Métodos cuantitativos

El único método cuantitativo plenamente fiable para la medida del flujo aéreo (volumen corriente ( $V_t$ )) en sueño es la neumotacografía con mascarilla facial aplicada al paciente. Aunque se la ha utilizado en ocasiones, es un método molesto, difícilmente tolerado por el paciente por toda una noche y, como consecuencia de ello, probablemente modificadora del perfil de sueño del sujeto<sup>5</sup>.

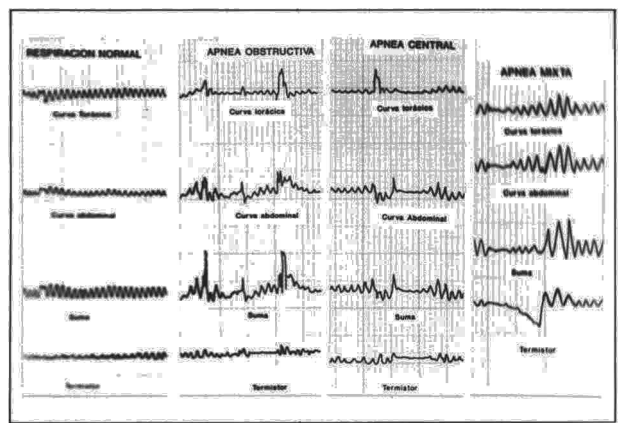


Fig. 4. Pletismografía inductiva respiratoria. Se acompaña curva de flujo oronasal (medido con termistor) para mejor ilustrar el significado de las curvas. Las apneas obstructivas plantean algunos problemas de interpretación, no así las centrales que se ven con nitidez.

#### Métodos semicuantitativos

Las dificultades referidas de la autoneumotacografía han hecho que se desarrollen otros métodos, que valoran el  $V_t$  mediante métodos indirectos. En general se basan en el principio de que existe una relación entre los movimientos del tórax y del abdomen y el volumen de aire movilizado y que esta relación es expresable matemáticamente.

En esta línea se desarrolló la utilización de magnetómetros<sup>6</sup>, neumografía de impedancia<sup>7</sup>, transductores circunferenciales inductivos y, más recientemente y sobre todo, la pletismografía inductiva respiratoria (PIR)<sup>8</sup>.

La PIR aparece como un método sensible para la medida del volumen aéreo movilizado<sup>9</sup>. Para ello utiliza una banda torácica y otra abdominal, consistentes en una malla de tejido elástico que lleva embutido un cable sinusoidal, que sufre alargamientos en los movimientos respiratorios, con lo que se modifica su comportamiento eléctrico al ser sometido a corrientes oscilantes procedentes de un oscilador. El resultado de esto son dos ondas eléctricas (curvas torácica y abdominal) que a su vez son integradas electrónicamente en otra onda (denominada suma) y que, calibrada, expresa el volumen de aire movilizado.

A pesar de lo adecuado de la formulación teórica, existen problemas con esta técnica. Así, el método idóneo para calibrar el aparato es motivo de discusión<sup>10</sup> aun en la actualidad<sup>11</sup>, la postura influye sobre dicha calibración<sup>12</sup> y las bandas tienden a desplazarse con los movimientos del paciente<sup>13</sup>. Estos aspectos hacen que este método no sea definitivamente fiable en cuanto al valor cuantitativo de los datos obtenidos en individuos no entrenados<sup>14</sup>, como hemos tenido ocasión de comprobar en repetidas ocasiones.

A pesar de las dificultades que plantea la utilización de la PIR como método cuantitativo del flujo aéreo, es evidente su interés como método cualitativo, si bien en este sentido tampoco está exenta de problemas. Así, mientras que la identificación de las apneas centrales no suele ofrecer dificultades, viéndose con



facilidad una línea recta, tanto en las ondas torácica y abdominal como en la suma, no ocurre lo mismo en las apneas obstructivas (fig. 4), donde la onda suma no aparece con frecuencia como una línea recta, siendo detectada más por una modificación de la onda que por una desaparición de la misma, así como por el enfrentamiento de las ondas de las curvas torácica y abdominal (movimiento paradójico). Asimismo, cuando los movimientos respiratorios no son muy enérgicos, puede confundirse con apneas centrales<sup>15</sup>. El desarrollo de nuevo utillaje<sup>16,17</sup>, así como la aplicación de técnicas informáticas a las mismas, parecen abrir perspectivas en cuanto al manejo fiable de esta tecnología.

#### *Métodos cualitativos*

Otros métodos se han desarrollado para la medida cualitativa del flujo aéreo. Uno de los más extendidos, por su bajo precio y facilidad de manejo, son las bandas de estiramiento, basadas en el hecho de que una banda elástica que contiene o está impregnada de una sustancia conductora ofrece diferentes resistencias al paso de la corriente y ello en relación con su longitud. Si bien es cierto que ofrecen curvas muy fiables, son tan sensibles a los cambios de postura como las de la PIR y es evidente que su gran valor está en permitir conocer si ha habido o no movimiento toracoabdominal (según donde estén colocadas) más que en saber cuánto volumen se ha movilizado. Esta circunstancia le resta valor a la hora de medir las hipopneas, momento en el que sería necesario tener una medida cuantitativa o, al menos, semicuantitativa.

De todos modos, el método cualitativo más universalmente aceptado es el de la medición del flujo aéreo oronasal mediante termistores<sup>18</sup>. Están basados en el principio de enfriamiento de un filamento, sobre el que pasa una corriente eléctrica, al desplazarse el aire de su alrededor. Utilizando uno para la nariz y otro para la boca, o los más modernos que en una sola pieza traen incorporados 2 o 4 sensores (enfocados a la nariz y a la boca), es muy fácil obtener una curva expresiva de la existencia del flujo aéreo. Aunque ajustando la ganancia del registrador se puede obtener una onda fiable, esta fiabilidad cae en flujos muy bajos (falsas apneas) o en muy altos (curva saturada) que también pueden ser confundidos con apneas.

Menos utilidad, por su alto coste, tienen los métodos basados en el capnigrama, que han sido sustituidos con éxito por los métodos ya citados, aunque pueden ser utilizados en ausencia de otra tecnología.

Basada en la característica de que el aire, al pasar por la vía aérea, especialmente la laringe, provoca un sonido, se han desarrollado técnicas microfónicas que miden la intensidad del sonido del aire<sup>19,20</sup> al entrar y salir del tórax, denotando la ausencia del mismo una apnea. La posibilidad de que existan flujos bajos que no produzcan sonido (falsas apneas), así como la dificultad de interpretación de otras alteraciones (hipopneas, respiración periódica, etc), hacen necesarios más estudios para valorar la fiabilidad de ésta técnica.

De mucho menos interés son otros métodos, como el electromiograma de los músculos inspiratorios, en los que si bien en sujetos entrenados y con una adecuada calibración se puede obtener una medida del flujo aéreo, su valor queda confinado al campo de la investigación, con escasa utilidad en la clínica diaria.

#### **Registro de los movimientos respiratorios (esfuerzo)**

Si bien la existencia de flujo aéreo es básica para saber si hay o no apneas, la medida de los movimientos respiratorios es básica para determinar si la apnea es obstructiva, central o mixta.

La forma más fiable de medida del esfuerzo respiratorio es el registro de la presión pleural, hecho al alcance clínico mediante la medida indirecta de la misma con catéter esofágico. Como se puede imaginar, todo lo que gana en fiabilidad lo pierde en comodidad, siendo difícilmente tolerada por el paciente durante toda una noche, alterándose la morfología del sueño<sup>21</sup>, por lo que es un método que debe reservarse al campo de la investigación.

La mayor parte de los métodos descritos para la medida del flujo aéreo son válidos para la medida de los movimientos respiratorios. Así, los magnetómetros, las bandas de estiramiento y, por supuesto, la PIR, son métodos plenamente válidos para observar si hay o no movimiento torácico y/o abdominal y de ahí deducir el tipo de apnea.

#### **Medida de la saturación de oxígeno**

La medida de la PaO<sub>2</sub> es el método idóneo para conocer la evolución del oxígeno en sangre, pero no es fácil monitorizar de forma continua la PaO<sub>2</sub>. Para obviar este inconveniente se han desarrollado aparatos que miden la saturación de oxihemoglobina (SaO<sub>2</sub>)<sup>22</sup> mediante las variaciones de color que experimenta la sangre que la porta. Estas técnicas de medida percutánea, denominada oximetría percutánea, han alcanzado gran desarrollo en los últimos años.

Desde los primeros modelos que medían la SaO<sub>2</sub> mediante el grado de absorción de una luz de longitud de onda conocida, que circulaba a través de fibra de vidrio (de elevado coste), hasta los modernos pulsioxímetros, de coste mucho más moderado, ha pasado poco tiempo.

Los modelos de oxímetro de oreja se han revelado útiles para la medición de la SaO<sub>2</sub> en estudios prolongados<sup>23</sup>. No obstante, su fiabilidad disminuye llamativamente para la gama baja de la curva de disociación, por lo que las cifras inferiores al 50 % de SaO<sub>2</sub> han de ser tomadas con reservas. Por otro lado, el ligero retraso de la respuesta puede, en ocasiones, minimizar la importancia de las desaturaciones, especialmente las de corta duración. De igual modo, y dado que varios modelos utilizan el mismo sistema para la medida de la frecuencia cardíaca, hay que mirar con recelo las frecuencias muy bajas. Dichas particularidades se hacen especialmente evidentes cuando se utilizan los modelos de dedo, por lo que parecen menos



aconsejables estos últimos para el diagnóstico y seguimiento de los pacientes con alteraciones respiratorias durante el sueño.

### Valoración de la posición corporal

Aunque se sabe que en la posición supina, el número de apneas aumenta<sup>24</sup> en relación al decúbito lateral, las técnicas de acostumbamiento a dormir en determinada posición no han tenido mucho éxito, lo que unido a la efectividad de otras medidas terapéuticas, posición-independientes<sup>25, 26</sup>, ha hecho que estos aspectos tengan algo menos de interés. No obstante, debe anotarse la posición corporal en la que ocurren los trastornos de la respiración y, en este sentido, son de gran utilidad los sensores que, colocados en brazos y/o piernas, dan un registro continuo de la posición de los miembros y por tanto del cuerpo.

### Tipo, tiempo y número de estudios

#### *Tipo de estudio*

Aunque el tipo de estudio del sueño a realizar está influenciado, lógicamente, por la tecnología disponible, está claro que para establecer un diagnóstico adecuado es necesario realizar un estudio que cumpla unos requisitos mínimos. A efectos clínicos, un estudio del sueño debe, al menos, medir: existencia o no de flujo aéreo, existencia o no de movimientos respiratorios y medida de la saturación de oxígeno. La positividad del mismo nos permite afirmar la existencia de patología.

Sin embargo, la negatividad del mismo no nos permite excluir la existencia de patología, ya que al carecer de EEG no podemos confirmar si el paciente ha estado o no dormido.

La posible utilidad que formas más reducidas de estudio (como las denominadas técnicas ambulatorias de *screening*) tengan para detectar anomalías respiratorias durante el sueño, necesitan de estudios contrastados, por lo que en el momento actual es necesario lo referido más arriba para poder afirmar o descartar las alteraciones.

Evidentemente, cuando está disponible, la polisomnografía, tal como la describíamos al principio, constituye el método más completo de estudio y valoración de los trastornos respiratorios del sueño, aunque asimismo es el más caro.

#### *Tiempo del estudio*

Para afirmar un diagnóstico (sobre todo negativo) es necesaria, al menos, una noche de registro en la que se obtengan, como mínimo, cuatro horas de sueño efectivo, con dos o más fases de sueño REM.

Con objeto de facilitar y abaratar la técnica, se ha iniciado la realización de estudios en horas del día (siesta de sobremesa). Éstas asumen que los trastornos respiratorios durante el sueño no siguen un ritmo circadiano, sino que están vinculados al sueño en sí,

por lo que si ese sueño ocurre durante el día, aparecerán alteraciones (si las hay). Aunque sigue siendo tema de controversia<sup>27</sup> es evidente que el diagnóstico positivo permite afirmar, aunque pudiera quizás infravalorarse su gravedad, no así el negativo, que, a la altura de nuestro conocimiento actual, precisará de un estudio nocturno completo para poder descartar patología respiratoria del sueño.

De todos modos, con esta técnica es necesario registrar al menos 2-3 horas de sueño y conseguir sueño REM y no-REM.

#### *Número de estudios*

El hecho de dormir en un medio diferente al habitual motiva modificaciones del tipo de sueño<sup>28</sup> en la primera noche. A pesar de ello, a efectos clínicos dichas modificaciones tienen poco significado<sup>29</sup>, por lo que una sola noche parece suficiente para establecer el diagnóstico, especialmente en aquellos casos en que la clínica es evidente. Si éste es positivo se puede hacer test terapéutico con CPAP nasal en la misma noche.

Con relación a los estudios en la siesta es válido lo referido anteriormente, necesitándose una mayor experiencia.

### Indicaciones

De forma resumida, realizar un estudio respiratorio del sueño está indicado cuando se sospecha la existencia de un síndrome de apnea del sueño.

Aunque la sospecha de SAS se establece en base a la existencia de síntomas sugestivos, cuando hay patología respiratoria asociada, aun no existiendo dichos síntomas, entendemos indicada la práctica de un estudio respiratorio del sueño en las siguientes condiciones:

*Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)*  
Cuando, siendo la PaO<sub>2</sub> en vigilia superior a 55 mmHg, existe hipertensión pulmonar (HP), insuficiencia cardíaca derecha (ICD) y/o corazón pulmonar crónico (CPC) y/o poliglobulia secundaria (PS).

*Patología restrictiva pulmonar* (de la pared, neuromuscular o parenquimatosa).

Cuando en vigilia existe retención de CO<sub>2</sub>, HP, ICD y/o CPC, no claramente justificadas por la patología restrictiva.

Cuando, estando con hipercapnia, se va a iniciar oxigenoterapia y/o alguna forma de ventilación asistida (CPAP, IPPV, ventilación externa con presión negativa, etc).

#### *Alteraciones de la regulación de la respiración*

Cuando estos pacientes tienen retención de CO<sub>2</sub>.

Para valorar la repercusión de determinadas actuaciones (ventilación asistida, CPAP, etc.).



### Otras posibles indicaciones

Aunque aún no ha sido establecida de forma fehaciente su utilidad, podría indicarse en:

Pacientes con hipertensión pulmonar y/o poliglobulia de causa no aclarada.

Determinadas formas de arritmias que se presentan especialmente durante la noche, sobre todo extrasistolia ventricular, bloqueo A-V y braditaquiarritmia cíclica.

En la obesidad y en los pacientes roncadores, si no hay síntomas claros que hagan sospechar la existencia de un SAS, creemos no está indicada la realización de un estudio respiratorio del sueño. Las posibles indicaciones con finalidad investigadora constituyen otro grupo, de interés creciente.

### Conclusiones

La forma más completa de estudio de las alteraciones respiratorias que ocurren durante el sueño es la polisomnografía. La realización de un estudio simplificado del sueño, que incluya medida del flujo aéreo, movimientos respiratorios y de la SaO<sub>2</sub>, parece suficiente para cubrir la mayor parte de las necesidades clínicas. Otras técnicas más reducidas precisan de estudios contrastados que permitan afirmar su valor diagnóstico.

### BIBLIOGRAFÍA

1. American Thoracic Society. Indications and standards for cardiopulmonary sleep studies. *Am Rev Respir Dis* 1989; 139:559-568.
2. Rechtschaffen A, Kales A. A manual of standardized terminology, techniques and scoring systems for sleep stages of human subjects. Washington, DC: National Institute of Health, 1968; Publ. N.º 204.
3. Jasper HH. The ten twenty electrode system of the International Federation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1985; 10:371-375.
4. Martin RJ, Block AJ, Cohn MA et al. Indications and standards for cardiopulmonary sleep studies. *Sleep* 1985; 8:371-379.
5. Krieger J, Kurtz D. Effects of pneumotachographic recording of breathing on sleep and respiration during sleep. *Bull Eur Physiopathol Respir* 1983; 19:641-644.
6. Sharp JT, Druz WS, Foster JR, et al. Use of the respiratory magnetometer in diagnosis and classification of sleep apnea. *Chest* 1980; 77:350-353.
7. Baker LE, Geddes LA. The measurement of respiratory volumes in animals and man with use of electrical impedance. *Ann NY Acad Sci* 1970; 170:667-688.
8. Cohn MA, Roa ASV, Broudy M, et al. The respiratory inductive plethysmograph: a new noninvasive monitor of respiration. *Bull Eur Physiopathol Respir* 1982; 18:643-648.
9. Marin Trigo JM. Pletismografía inductiva en la monitorización respiratoria. *Arch Bronconeumol* 1988; 24:78-80.
10. Chadha TS, Watson H, Birch S et al. Validation of respiratory inductance plethysmography using different calibration procedures. *Am Rev Respir Dis* 1982; 125:644-649.
11. Sackner MA, Watson H, Belsito AS et al. Calibration of respiratory inductive plethysmograph during natural breathing. *J Appl Physiol* 1989; 66:410-420.
12. Stradling JR, Chadwick GA, Quirk C et al. Respiratory inductance plethysmography: calibration techniques, their validation and the effects of posture. *Bull Eur Physiopathol Respir* 1985; 21:317-324.
13. Spier S, England S. The respiratory inductance plethysmograph: bands versus jerkins. *Am Rev Respir Dis* 1983; 127:784-785.
14. Gugger M, Gould GA, Whyte KF et al. Inductive plethysmographs do not accurately measure ventilation during sleep in unres-trained subjects (abstr). *Am Rev Respir Dis* 1987; 135 (Suppl:A50).
15. Staats BA, Bonekat HW, Harris CD et al. Chest wall motion in sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 1984; 130:59-63.
16. Miles LE, Herekar BV, Rule RB. An improved sensor for recording respiration by inductive plethysmography (abstr). *Sleep Res* 1986; 15:249.
17. Sackner MA, Belsito AS, Nay N et al. Apnea diagnosis with respiration magnetometer (abstr). *Sleep Res* 1987; 16:576.
18. Fisher JG, Garza G, Flickinger R et al. An alternate method of recording airflow during sleep. *Sleep* 1980; 21:461-463.
19. Krumpe PE, Cumminskey JM. Use of laryngeal sound recordings to monitor apnea. *Am Rev Respir Dis* 1980; 122:797-801.
20. Cumminskey JM, Williams TC, Krumpe PE et al. The detection and quantification of sleep apnea by tracheal sound recordings. *Am Rev Respir Dis* 1982; 126:221-222.
21. Sampson MG, Walsleben JA, Guyavarty KS et al. Effect of esophageal balloon on sleep structure (abstr). *Sleep Res* 1984; 13:211.
22. Saunders NA, Powles ACP, Rebuck AS. Ear oximetry: accuracy and practicability in the assessment of arterial oxygenation. *Am Rev Respir Dis* 1976; 113:745-749.
23. Rebuck AS, Chapman KR, D'Urzo A. The accuracy and response characteristics of a simplified ear oximeter. *Chest* 1983; 83:860-864.
24. Cartwright RD. Effect of sleep position on sleep apnea severity. *Sleep* 1984; 7:110-114.
25. Sullivan CE, Issa RQ, Berthon-Jones M et al. Reversal of obstructive sleep apnea by continuous positive airway pressure applied through the nares. *Lancet* 1981; 1:862-865.
26. Remmers JE, Sterling JA, Thorarinson B et al. Nasal airway positive pressure in patients with occlusive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 1984; 130:1.152-1.155.
27. Roberts CJ, Hooper Rg. Prediction of polysomnography results by abbreviated testing (abstr). *Chest* 1985; 88:4.435.
28. Agnew HW, Webb WB, Williams RL. The first night effect: an EEG study of sleep. *Psychophysiol* 1966; 2:263-266.
29. Wittig RM, Romaker A, Zorick FJ et al. Night-to-night consistency of apneas during sleep. *Am Rev Respir Dis* 1984; 129:244-246.