

Validez de un sistema de registro portátil (MESAM IV) para el diagnóstico del síndrome de apnea del sueño

J. Durán Cantolla*, S. Esnaola Sukia**, R. Rubio Aramendi*** y C. Egea Santaolalla*

*Sección de Neumología. Unidad de Sueño. ***Servicio de Neurofisiología Clínica. Hospital de Txagorritxu. Vitoria-Gasteiz.

**Dirección de Información, Docencia e Investigación Sanitaria. Departamento de Sanidad. Gobierno Vasco.

La alta prevalencia del síndrome de apnea del sueño (SAS) y el elevado coste de la polisomnografía (PLS) precisan el desarrollo de sistemas de identificación del SAS más baratos. El MESAM IV es un equipo ambulatorio que registra las variaciones de la saturación de oxígeno (SO₂), de la frecuencia cardíaca (FC) y la presencia de ronquidos (RQ). El aparato es capaz de hacer una lectura automática y también puede realizarse de forma manual según el índice de eventos (IE) interrelacionando las tres variables a través de un registro gráfico. Se estudiaron de forma simultánea, con PLS y MESAM IV, 51 sujetos enviados a la unidad de sueño desde la consulta externa de neumología por sospecha clínica de SAS. La PLS se interpretó de forma manual en épocas de 30 segundos según las recomendaciones de la American Thoracic Society, considerando criterio de SAS un índice de apnea/hipopnea (IAH) ≥ 10 por hora de sueño. Hubo 32 sujetos (63%) que tuvieron SAS por la PLS. El grado de concordancia entre el análisis automático de SO₂, FC y RQ con el IAH fue sólo moderado (coeficiente de correlación intraclass -CCI- de 0,50, 0,40 y 0,53, respectivamente) e inferior al análisis manual con el IE (CCI de 0,77). El estudio de eficacia diagnóstica en términos de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP) y valor predictivo negativo (VPN) para el análisis automático fue: SO₂ (sensibilidad, 94%; especificidad, 26%; VPP, 68%, y VPN, 71%); FC (sensibilidad, 59%; especificidad, 58%; VPP, 70%, y VPN, 46%); RQ (sensibilidad, 84%; especificidad, 26%; VPP, 66%, y VPN, 50%). Para el análisis manual (IE) los resultados fueron más válidos: sensibilidad, 100%; especificidad, 84%; VPP, 91%, y VPN, 100%. Por otra parte, al excluir los pacientes con limitación crónica al flujo aéreo (LCFA) más que leve, causa potencial de falsos positivos, los resultados mejoraron: sensibilidad, 100%; especificidad, 91%; VPP, 96%, y VPN, 100%. Estos resultados muestran que el MESAM IV es de gran ayuda en el diagnóstico de SAS y permite seleccionar mejor la población a la que va a someterse a la PLS.

Arch Bronconeumol 1994; 30: 331-338

Correspondencia: Dr. J. Durán Cantolla.
Servicio de Neumología. Planta 6.ª C. Hospital de Txagorritxu.
José Achotegui, s/n. Vitoria-Gasteiz. 1009 Álava.

Esta investigación ha sido financiada por el Departamento de Sanidad del Gobierno Vasco (convocatoria 1990).

Validity of portable recording (MESAM IV) for diagnosis of sleep apnea syndrome (SAS)

The development of inexpensive tools for diagnosing sleep apnea syndrome (SAS) is a result of the high prevalence of this condition and of the high cost of polysomnograms (PS). MESAM IV is a portable device that records changes in oxygen saturation (SO₂), heart rate (HR) and snoring (S). Readings can be automatic or manual, the latter in function of an events index (EI), with a graph of the three variables generated. We carried out a simultaneous study of 51 subjects suspected of having SAS who were referred to the sleep unit by the pneumology outpatient clinic. PS was interpreted manually at 30-sec intervals as recommended by the American Thoracic Society. An apnea/hypopnea index (AHI) ≥ 10 /hour of sleep was used as the cutoff point for SAS. Thirty-two (63%) subjects were found to have SAS as indicated by PS. The rate of agreement between AHI and automatic analysis of SO₂, HR and S was only moderate (intra-group correlation coefficients -ICC- of 0.50, 0.40, and 0.53, respectively) and was inferior to manual analysis with EI (ICC of 0.77). Assessment of diagnostic efficacy of automatic analysis in terms of sensitivity (SEN), specificity (SPE), positive predictive value (PPV) and negative predictive value (NPV) yielded the following results: SO₂ (SEN 94%, SPE 26%, PPV 68% and NPV 71%), HR (SEN 59%, SPE 58%, PPV 70%, NPV 46%); S (SEN 84%, SPE 26%, PPV 66%, NPV 50%). Manual analysis (EI) gave more valid results (SEN 100%, SPE 84%, PPV 91%, NPV 100%). If patients with chronic obstructive lung disease are excluded, however, the results for automatic analysis improve: SEN 100%, SPE 91%, PPV 96%, NPV 100%. These results show that MESAM IV is of great help in diagnosing SAS, allowing better screening for identifying candidates for PS.

Introducción

En los últimos 5 años estamos asistiendo en nuestro país a un aumento del número de pacientes diagnosticados de síndrome de apnea del sueño (SAS) desde las consultas externas de neumología. Esto es debido,



además de por la alta prevalencia de la enfermedad estimada en torno al 2% de la población adulta masculina^{1,2}, a una mayor sensibilización de los facultativos. Por otra parte, su potencial morbimortalidad³ y el disponer de un tratamiento altamente eficaz^{4,5} hacen del SAS un importante problema de salud. Sin embargo, su diagnóstico requiere la realización de una polisomnografía (PLS), que es una técnica laboriosa, costosa y que está fuera del alcance de muchos centros. Por esa razón desde hace unos años se están desarrollando sistemas más baratos, alternativos a la PLS, para el diagnóstico del SAS⁶⁻¹⁰. Sabemos que las apneas condicionan variaciones en la frecuencia cardíaca (FC) y la saturación de oxígeno¹¹⁻²⁰ (SO₂). Además, se han relacionado determinados sonidos respiratorios o ronquidos con la presencia de apneas²¹⁻²³. El MESAM es un sistema de registro integrado que trata de identificar apneas en base a sus consecuencias en la FC, ronquido o SO₂. En su versión inicial (MESAM II), analizaba las variaciones de la FC y la presencia de ronquidos. Los primeros resultados, publicados en 1990, fueron prometedores^{24,25}. Este modelo se perfeccionó con posterioridad en el denominado MESAM IV. De esta forma se analizaban, además de la FC y los ronquidos, la SO₂ y la posición corporal. Se han publicado pocos estudios sobre la validez del MESAM IV^{26,27}. Nuestro objetivo es estimar la validez diagnóstica del MESAM IV en el SAS tomando como referencia la PLS.

Material y métodos

MESAM IV

Es un sistema ambulatorio de registro digital de 4 canales, pequeño tamaño (190 mm × 135 mm × 45 mm) y bajo peso (incluidas 6 pilas AA de 1,5 pesa 892 g). El sistema dispone de una memoria de 128 kilobytes y permite almacenar información durante 18 horas. Para su utilización es preciso disponer de un PC IBM compatible. El aparato registra:

Variaciones en la frecuencia cardíaca. Se filtra un canal de ECG para detectar intervalos RR con una frecuencia de seis veces por segundo que compara de forma simultánea con los ciclos precedentes almacenados en su memoria.

Presencia de ronquidos. Mediante un micrófono encapsulado y protegido colocado sobre el yugulum, que es capaz de estimar el volumen sonoro total y luego filtrar los sonidos entre 50 y 800 ciclos/seg (en los que habitualmente se producen los ronquidos) que compara con el volumen total. Si la proporción es superior al 50% se produce una señal identificada como un ronquido. Si este volumen excede de un umbral prefijado (> 1,1 mV a 1.000 ciclos/seg) se considera que se ha producido un ronquido fuerte. El sistema es capaz de almacenar hasta 8 señales por segundo.

Saturación de oxígeno. Se mide con un sensor de dedo mediante un pulsioxímetro comercial (Catalyst Co), que está integrado en el MESAM IV. Los resultados de la oximetría son almacenados cada 2 seg.

Sensor de posición corporal. Se trata de una pieza redondeada de 18 mm × 50 mm que se coloca en la parte inferior del esternón. En su interior hay una bola de oro que puede caer en 5 posiciones (de pie, supino, izquierda, derecha y

prono). Los resultados del sensor se almacenan cada 10 segundos. Una vez finalizado el almacenamiento de los datos, éstos son procesados en el PC y pueden ser impresos. El análisis puede ser realizado de forma automática, mediante el programa suministrado por el equipo, o manualmente, utilizando un registro gráfico.

Pacientes a estudio

Desde noviembre de 1991 hasta abril de 1992 se incluyeron de forma prospectiva y consecutiva 51 pacientes enviados a la unidad de sueño desde la consulta de neumología por la sospecha clínica de SAS. La sospecha se basaba en un cuestionario administrado por entrevista, que relacionaba la presencia de ronquidos, con o sin pausas respiratorias, y la hipersomnolia diurna. También se aceptaron para estudio aquellos pacientes con poliglobulia, insuficiencia respiratoria o cor pulmonale no explicado por otras causas.

Variables a estudio e instrumentos de medida

Todos los pacientes fueron sometidos de forma simultánea a una PLS y a un MESAM IV. La lectura de ambos métodos fue realizada por dos observadores (uno analizaba el MESAM IV y otro la PLS) de forma independiente y "ciega" respecto a los resultados del otro.

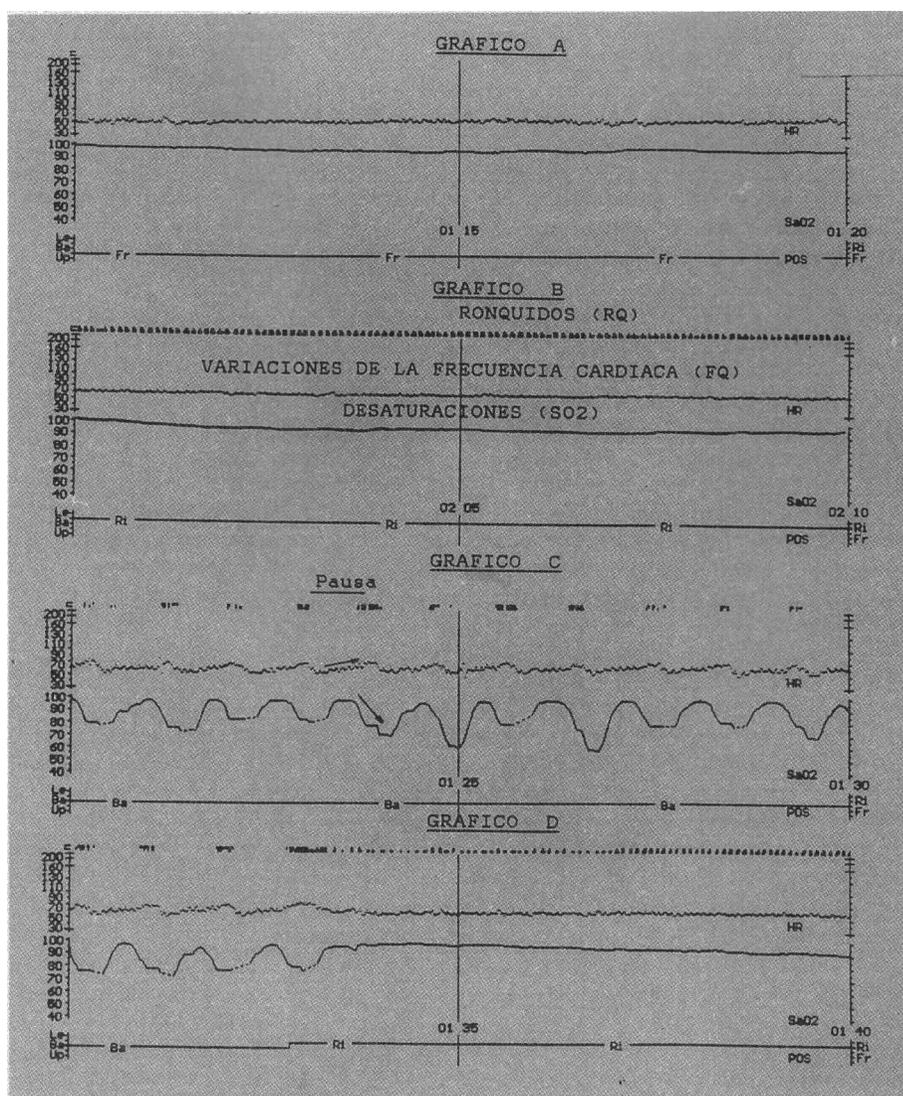
Polisomnografía

Se efectuó según los parámetros estándar: EEG (C3-A2, C4-A1), EOG, EMG mentoniano, EMG tibial, ECG (V₂ modificada), esfuerzo respiratorio mediante bandas de resistencia torácica y abdominal, flujo aéreo mediante termistor nasal y bucal y SO₂ mediante pulsioxímetro de oreja (Critikon de Jhonson & Jhonson) con registradora. La PLS fue interpretada de forma manual en tiempos de 30 minutos, según las directrices internacionales^{28,29}. Con estos criterios se identificaron: tiempo de registro, tiempo de fases I, II, III y IV, tiempo de REM, tiempo de movimientos, latencias a 1.º REM y 1.º NREM, eficiencia de sueño, número de apneas, tiempo total en apnea, índice de apnea/hipopnea (IAH), porcentaje de sueño pasado en apnea, duración máxima de la apnea y tipos de apneas (obstructivas, centrales o mixtas). Se consideró como diagnóstico de SAS un índice de apnea/hipopnea ≥ 10 por hora de sueño.

MESAM IV

El aparato es capaz de hacer una lectura automática y los resultados los expresa como número de variaciones por hora de registro en el que puede acotarse el intervalo de tiempo a analizar que siempre fue el mismo, tanto para el análisis automático como manual. Además, el paciente podía indicar el momento de irse a la cama y levantarse o cualquier eventualidad en la noche mediante un interruptor especial. El análisis manual del MESAM IV se realizó mediante la interpretación de los gráficos de SO₂, FC y ronquido (fig. 1) en tiempos de 10 minutos y se expresó en forma de índice de eventos (IE) bajo los siguientes criterios: tras una visión global del desarrollo de la noche, se eligió el intervalo, aparentemente más representativo, que habitualmente fue de la 1 a las 6 de la madrugada. La lectura se llevó a efecto en tiempos de 10 minutos. SO₂: se consideró un decremento como positivo si este fue al menos de un 4% sobre la línea basal previa. FRC: se consideró positivo cualquier incremento de al menos un 10% sobre la línea basal. Los ronquidos se enfocaron a la detección de pausas. Por ello se consi-

Fig. 1. Registro gráfico del MESAM IV para el análisis manual. A) registro normal. No hay evidencia de ronquidos ni cambios significativos de FC o SO_2 . B) Sujeto normal pero roncador. Se detectan en el gráfico de ronquido. Se podría estimar la frecuencia respiratoria (en torno a unas 11 por minuto). C) Sujeto con SAS. Se estiman las apneas por la presencia de las "pausas" entre los ronquidos (11 pausas). También se detectan los cambios en la FC (11) y las desaturaciones (11). Esto permite detectar el IE (que en este caso coinciden los tres parámetros) detectados en líneas oblicuas debido al normal retraso en los cambios de la FC y la SO_2 después de la apnea. D) Mismo sujeto que el gráfico 3, donde se aprecia cómo deja de hacer apneas y vuelve a una situación normal en donde únicamente se detecta que continúa roncando.



deró positiva la presencia de ronquidos a intervalos (al menos tres) con espacios de "silencio" entre 10 y 120 segundos. Con estos datos, si se identificaban al menos dos positividads, entre la SO_2 , FRC o ronquidos, y estas eran coincidentes, se consideraba la presencia de un evento. La presencia de un IE igual o superior a 10 por hora de registro se consideró positiva para el diagnóstico de SAS por el MESAM IV.

Análisis estadístico

La concordancia entre los valores del MESAM y los de la PLS se estudió de acuerdo con lo propuesto por Bland y Altman³⁰. Gráficamente, se representa en el eje de ordenadas la diferencia entre el IAH y los resultados del MESAM (p. ej., IAH-IE) y en el de abscisas su valor promedio (IAH + IE/2). Si se diera un acuerdo perfecto entre ambos métodos, los puntos debieran coincidir con la recta que, paralela al eje de abscisas, pasa por el nivel 0 del eje de ordenadas. De manera cuantitativa, se representó mediante la media de las diferencias entre dos medidas (d) y por los límites de concordancia, calculados por $d \pm 1,96 s$, siendo s

la desviación estándar de las diferencias. Si las diferencias se distribuyeran normalmente, el 95% de ellas se encontrarían situadas entre esos dos límites. Se calcularon además el coeficiente de correlación de Spearman y el coeficiente de correlación intraclass. Este último indica, en nuestro caso, qué parte de la variación total de dos medidas dadas es atribuible a las diferencias entre los sujetos, en contraposición con la variación debida a las diferencias entre los métodos, y su valor es igual a uno cuando los dos métodos de medida obtienen exactamente los mismos valores³¹.

Se estudió la validez diagnóstica de los resultados automáticos y manuales del MESAM IV tomando como referencia los obtenidos con la PLS. Para ello se consideraron casos de SAS, de acuerdo con la PLS, aquellos pacientes con valores del IAH iguales o mayores a 10. Este mismo punto de corte fue utilizado en el caso de cada una de las cuatro medidas a estudio suministradas por el MESAM IV, de forma que se consideraron como diagnósticos positivos de SAS a aquellos individuos con valores iguales o superiores a 10. Se estimaron la sensibilidad, la especificidad, el valor predictivo y la razón de verosimilitud³², y se calcularon los intervalos de confianza del 95% de cada uno de estos parámetros³³.



Resultados

El MESAM IV es un sistema seguro, económico y fácil de utilizar. La preparación en el ordenador y su colocación al paciente llevan unos 10 minutos. El análisis manual, tras la impresión de todo el registro, precisa un tiempo medio de valoración por el técnico de unos 30 minutos por sujeto.

La edad media de la población fue de 57 años (DE, 10) con un predominio de los varones. Veintiocho (55%) padecían una limitación crónica al flujo aéreo (LCFA), 15 (29%) presentaban crecimiento ventricular derecho, y de estos últimos 14 tenían LCFA asociada (tabla I). De acuerdo con los resultados de la PLS, 32 (63%) pacientes fueron diagnosticados de SAS, quienes presentaron un IAH medio de 43,5 (DE, 26,0), mientras que entre los que no padecían SAS el IAH medio era de 1,25 (DE, 1,9). En la tabla II se describe la distribución de los resultados del MESAM IV y del IAH para el total de pacientes.

La figura 2 muestra la mayor concordancia de los resultados manuales del MESAM IV (IE) con los de la PLS (IAH), en comparación con los resultados auto-

máticos (SO₂, FC, ronquidos). Así, la cercanía de los puntos al nivel de acuerdo total (nivel 0 del eje de ordenadas) es claramente mayor para el IE (fig. 2d) que para los resultados automáticos. Esa mayor concordancia de los resultados manuales del MESAM IV se refleja en los coeficientes de correlación intraclase, que en el caso del IE llega a ser de 0,77 (tabla III). Así mismo, al examinar las medias de las diferencias entre las medidas del MESAM IV y el IAH es el IE el que presenta los valores que se encuentran más cercanos al valor nulo (tabla IV).

Es de notar que el grado de concordancia entre las medidas del MESAM IV y el IAH varía según los pacientes padezcan o no el SAS. Entre aquellos que no lo padecen, las medidas del MESAM IV son sistemáticamente mayores a los valores del IAH. Así, en la figura 2 puede observarse cómo en la parte izquierda de los gráficos predominan los puntos situados por debajo del nivel nulo. Por el contrario, en los pacientes con SAS el FRC, el ronquido y el IE subestiman el valor del IAH, mientras que el SO₂ parece no presentar diferencias sistemáticas respecto al IAH.

Al tomar como referencia los criterios polisomnográficos para el diagnóstico de SAS (IAH \geq 10,) la validez diagnóstica del IE fue considerablemente mayor que la de las medidas automáticas del MESAM IV (tabla V). En estos pacientes, al considerar el IE como criterio diagnóstico (positivo para valores iguales o mayores a diez) se estimó una sensibilidad del 100%, una especificidad del 84,2% (intervalo de confianza del 95% [IC]: 67,8 a 100), un VPP del 91,4% (IC: 82,1-100), un VPN del 100,0%, y una razón de verosimilitud positiva de 6,3 (IC: 2,2 a 17,9) y razón de verosimilitud negativa de 0,0.

TABLA I
Características de los pacientes

	SAS (n = 32)	No SAS (n = 19)	Total (n = 51)
Sexo (V/M)	30/2	17/2	47/4
	MEDIA (DE)		
Índice de masa corporal medio (kg/m ²)	31,2 (5,5)	28,5 (3,8)	30,1 (4,8)
Hemoglobina media (g/dl) (X [DE])	15,7 (1,5)	16,3 (1,3)	15,9 (1,4)
Hipertensión arterial (n.º [%])	6 (19)	1 (5)	7 (4)
Limitación crónica al flujo aéreo (LCFA)	16 (52)	12 (60)	28 (55)
Crecimiento de ventrículo izquierdo*	5 (16)	1 (0,5)	6 (12)
Crecimiento de ventrículo derecho*	9 (29)	6 (30)	15 (29)

*Medidos por técnicas electrocardiográficas.

TABLA II
Distribución de las medidas del MESAM IV y del índice de apnea-hipopnea

	Media	DE	Mediana	Rango intercuartil
SO ₂	34,8	23,9	36	37
FC	15,7	16,7	11	17
RQ	30,9	21,7	91	31
IE	25,5	21,9	70	38
IAH	26,9	29,0	95	57

SO₂: análisis automático de las variaciones de la saturación de oxígeno. FC: análisis automático de las variaciones de la frecuencia cardíaca. RQ: análisis automático de los ronquidos. IE: índice de eventos obtenido manualmente. IAH: índice de apnea/hipopnea por hora de sueño.

TABLA III
Correlación de las medidas del MESAM IV con el IAH

Medidas del MESAM IV	Coefficiente de correlación de Spearman	Coefficiente de correlación de intraclase
SO ₂	0,504	0,467
FC	0,404	0,297
RQ	0,525	0,531
IE	0,846	0,765

SO₂: análisis automático de las variaciones de la saturación de oxígeno. FC: análisis automático de las variaciones de la frecuencia cardíaca. RQ: análisis automático de los ronquidos. IE: índice de eventos analizado de forma manual. IAH: índice de apnea/hipopnea por hora de sueño.

TABLA IV
Diferencias medias (límites de concordancia*) entre las medidas del MESAM IV y el índice de apnea

Variable	SAS (n = 31)	No SAS (n = 20)	Total (n = 51)
IAH-SO ₂	0,0	-20,1	7,9
IAH-FC	24,9	-10,0	11,2
IAH-RQ	5,0	-17,9	-4,0
IAH-IE	5,7	-5,3	1,4

$d \pm 1,96 s$.

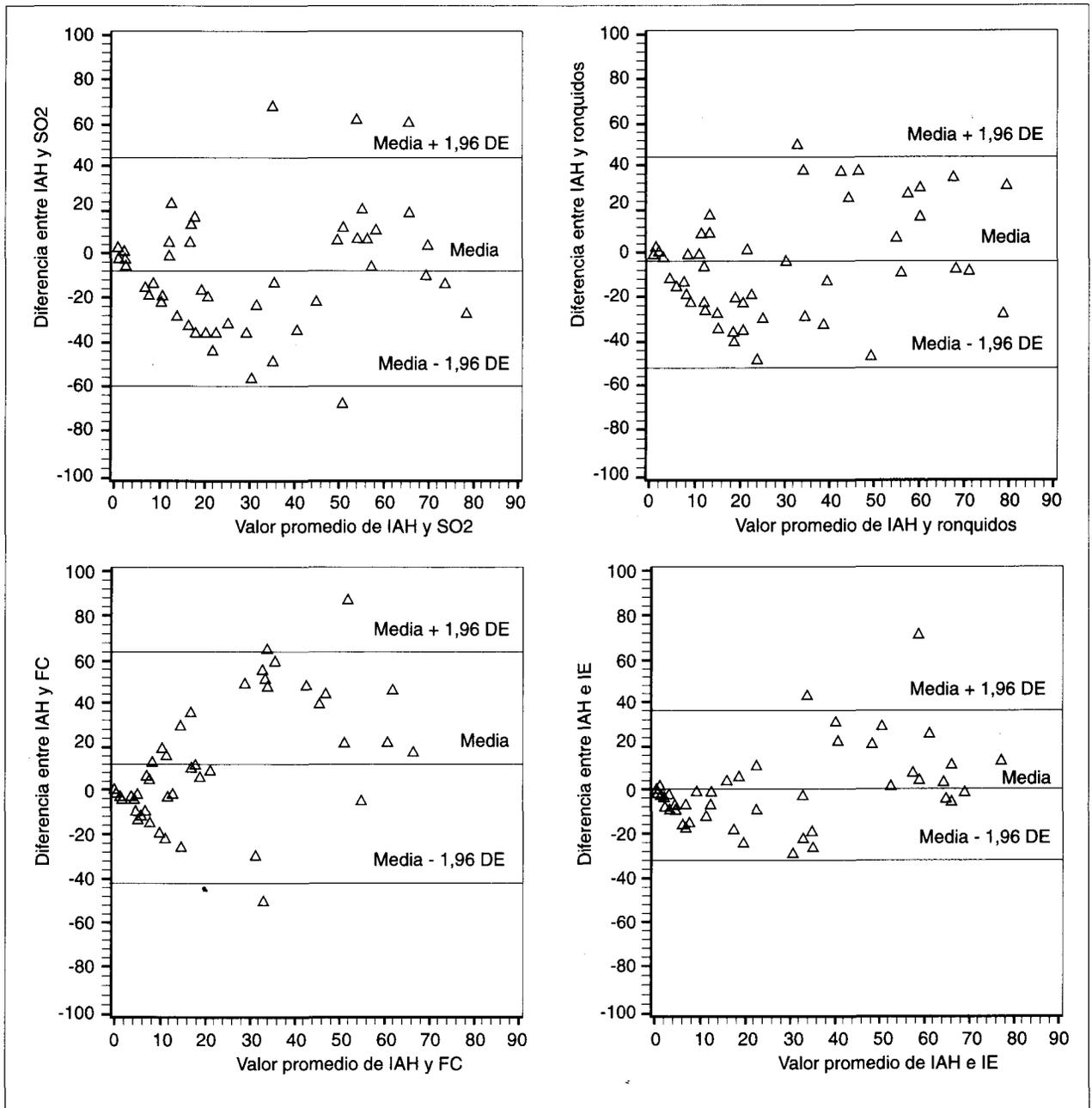


Fig. 2. Diferencias entre el índice de apnea-hipopnea (IAH) y las medidas del MESAM IV. a) Variaciones de la saturación de oxígeno (SO₂); b) frecuencia de ronquidos; c) variaciones de la frecuencia cardíaca (FC), y d) índice de eventos.

En el análisis del IE se encontraron tres falsos positivos (tabla VI) de los que dos eran portadores de una LCFA en grado moderado o severo y uno presentaba desaturaciones solamente durante las fases REM (IE 15/IAH 2). Estos datos sugieren que la presencia de LCFA puede provocar desaturaciones, por lo que el análisis de la validez del IE fue repetido excluyendo a los 16 pacientes que padecían una alteración al menos moderada de las pruebas de función respiratoria³⁴. La sensibilidad estimada fue del 100,0%, con una especifici-

dad del 91,3, un valor predictivo positivo del 96,0% (IC: 91,0 a 98,0), un valor predictivo negativo del 100%, una razón de similitud positiva de 11 (IC: 4,7 a 25,7) y una razón de verosimilitud negativa de 0,0.

Discusión

Está aceptado que el diagnóstico del SAS requiere la realización de una PLS²⁹. Sin embargo, hacer rutinariamente una PLS a todo sujeto con sospecha de SAS

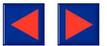


TABLA V
Validez diagnóstica de las medidas del MESAM IV*

	SO ₂	FC (%)	RQ (%)	IE (%)	IC (%)
Sensibilidad	94	59	84	100	-
Especificidad	26	58	26	84	(68-100)
Valor predictivo positivo	68	70	66	91	(82-100)
Valor predictivo negativo	71	46	50	100	-
Razón de verosimilitud positiva	1,3	1,4	1,1	6,3	(2,2-17,9)
Razón de verosimilitud negativa	0,2	0,7	0,6	0,0	-

SO₂: análisis automático de las variaciones de la saturación de oxígeno. FC: análisis automático de las variaciones de la frecuencia cardíaca. RQ: análisis automático de los ronquidos. IE: índice de eventos medidos de forma manual con sus intervalos de confianza (IC) al 95%.

*Tomando como referencia el diagnóstico polisomnográfico y estableciendo el diagnóstico de SAS en un índice de apnea-hipopnea igual o mayor a 10.

TABLA VI
Análisis de validez diagnóstica del índice de eventos (IE) según los pacientes tuvieron o no limitación crónica al flujo aéreo (LCFA) significativa (más que leve)

	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	Valor predictivo positivo (%)	Valor predictivo negativo (%)
Todos (n = 51) PP (61%) VP = 31 FP = 4 VN = 16 FN = 0	100	84	91	100
Sólo sujetos sin LCFA (n = 35) PP (66%) VP = 23 FP = 2 VN = 10 FN = 0	100	91	96	100

PP: probabilidad preprueba (prevalencia). VP: verdaderos positivos. FP: falsos positivos. VN: verdaderos negativos. FN: falsos negativos.

está al alcance de pocos centros. El coste estimado en nuestro hospital para una PLS es de 100.000 ptas./noche. Por otra parte, una vez diagnosticado un paciente, y dado que el tratamiento mayoritario será la n-CPAP, deberá de realizarse otra PLS para ajustar la presión a la mínima eficaz. El consenso general sugiere que ambas deben ser independientes²⁹. No obstante, algunos autores sostienen que la primera parte de la noche podría ser suficiente para el diagnóstico³⁴ (lo que permitiría emplear la segunda mitad en el tratamiento abaratando costos). Esto quizás podría ser útil en SAS muy severos. Sin embargo, nosotros hemos podido comprobar cómo con frecuencia el ma-

yor número de apneas se produce en la segunda mitad de la noche. Además, una vez que un paciente es diagnosticado y tratado con n-CPAP, habría que hacer una PLS de control, pasado un tiempo, pues las condiciones iniciales pueden modificarse por pérdida o ganancia de peso y otros factores. En términos prácticos y con la presión asistencial que tenemos en el SAS, difícilmente podremos realizar tres PLS en un año a un paciente (diagnóstico, tratamiento y control) y continuar con posteriores controles.

El interrogatorio sobre los ronquidos y la hipersomnia diurna aunque es útil tiene sus limitaciones^{27,35-38} (ausencia de compañera-o, mala valoración de la hipersomnia, variabilidad en el entrevistador, solapamiento de síntomas con otras enfermedades, etc.). En general, no tiene una buena relación entre sensibilidad y especificidad, y su utilidad estriba en obtener una primera aproximación al diagnóstico.

Parece evidente que necesitamos una segunda estación en el diagnóstico. En muchos centros se utiliza, como sistema de detección, la SO₂ aisladamente o en conjunción con la valoración clínica medida mediante pulsioxímetros comerciales^{15-20,39}. Sin embargo, aunque el oxímetro es sensible es poco específico (con la salvedad de los casos claros cuya morfología en "diente de sierra" es casi patognomónica de SAS). Estos resultados también se reprodujeron en nuestra serie con una especificidad inaceptablemente baja (tabla V).

El MESAM IV podría cumplir los criterios de una buena prueba diagnóstica. Es manejable, puede aplicarse de forma ambulatoria y tiene bajo costo. Los resultados arriba descritos de su análisis manual presentan un alto nivel de concordancia con el IAH y una alta validez respecto a la PLS. De forma semejante, otros autores, al analizar manualmente las medidas del MESAM, observaron una alta validez (sensibilidad del 96% y especificidad del 72%) respecto a la PLS²⁵, y una alta correlación entre el número de eventos contabilizados manualmente y el número de apneas identificadas por la PLS²⁶.

Sin embargo el análisis automático del MESAM IV ofrece resultados de baja validez. Así, en los estudios iniciales del MESAM II, Penzel et al²⁴, aunque estimaron un coeficiente de correlación de Pearson (r) de 0,78 entre el análisis automático y la PLS en un estudio sobre 80 pacientes, sólo analizaron sujetos con SAS y un IAH entre 10 y 60, con lo que el resultado podría estar sesgado en sentido positivo. De hecho, Stoohs y Guillemainault²⁵ estudiando 50 pacientes (25 con SAS y 25 sin SAS), aunque observaron una alta sensibilidad en el análisis automático para la FC y el ronquido (92 y 96%, respectivamente) obtuvieron una especificidad demasiado baja (12 y 8%, respectivamente), y los mejores resultados los proporcionó el análisis manual (sensibilidad, 96%, y especificidad, 72%). Posteriormente, y ya con el MESAM IV, Penzel et al²⁶ estudiaron 68 sujetos con PLS y MESAM IV. Aunque los autores no describen las características de su población y tampoco analizaron el IAH, encontraron una excelente correlación en la identificación del

número total de apneas por PLS y el número total de eventos contabilizados manualmente en el MESAM IV ($r = 0,96$) frente al análisis automático ($r = 0,51$). Estos autores concluyen que el análisis manual presenta una muy buena correlación y que la valoración automática aún precisa de importantes mejoras. Stoohs y Guilleminault²⁷ y también con el MESAM IV publicaron recientemente los resultados de un estudio sobre 56 pacientes que padecían algún tipo de trastorno en el sueño (incluyendo SAS). Estos autores sólo hicieron un análisis automático y los mejores resultados los obtuvieron con la SO_2 (sensibilidad, 92%, y especificidad, 97%), y en menor grado la FC (sensibilidad, 58%, y especificidad, 32%) y los ronquidos (sensibilidad, 96%, y especificidad, 27%). Estos resultados, en cuanto a especificidad, son notablemente mejores que los obtenidos por estos mismos autores en un estudio previo para la FC y el ronquido²⁷ (especificidad para SO_2 y FC del 12 y 8%, respectivamente), aunque en este último trabajo utilizaron un *software* más avanzado (3.1). Nosotros, con el mismo soporte, obtuvimos una especificidad mucho más baja para la SO_2 , aunque mejor para la FC y el ronquido (tabla V). Stoohs y Guilleminault²⁷ utilizaron como criterio para el inicio del tiempo de registro (*lights-on/lights-out*) el momento en el cual la frecuencia cardíaca media descendía como indicación del comienzo del sueño. Sin embargo, estos autores encuentran diferencias entre el tiempo de sueño obtenido por PLS ($339,6 \pm 92,9$ min) y el estimado con el MESAM IV ($444,4 \pm 92,8$ min). Nosotros, buscando un sistema de rápida identificación, preferimos emplear la elección de un tiempo de registro estándar de 5 horas, habitualmente el más representativo en la visión global, y que en el 95% de los casos fue de la 1.00 a las 6.00 de la madrugada. Esto quizás pudo influir en algunas de las discrepancias entre Stoohs y Guilleminault²⁷ y nosotros. No obstante, es posible que tengan una mayor importancia los criterios de selección de la población, que en el caso de Stoohs y Guilleminault²⁷ eran sujetos vistos en una unidad de sueño por problemas relacionados con el sueño, y en el nuestro sujetos enviados desde consultas externas de neumología a la unidad de sueño por sospecha de SAS. Esto condicionó que 28 pacientes (55%) fueran portadores de LCFA, que es una de las causas de pérdida de especificidad del MESAM IV. Nosotros, con el análisis automático, no conseguimos una relación ajustada entre sensibilidad y especificidad. Esta disparidad de resultados también se observó cuando se analizaron los coeficientes de correlación (tabla III) y en los diferentes análisis de las variables (tablas II, IV y V). Los mejores resultados son los obtenidos con el análisis manual del IE que, en nuestra opinión, es el que debe utilizarse y está de acuerdo con la mayoría de los estudios previos^{25,26}. Con estos datos, si el IE es inferior a 10 descarta SAS casi con toda probabilidad, con lo que no deberán hacerse PLS a sujetos con MESAM IV negativo (en nuestra serie implica que se podrían haber ahorrado un 31% de las PLS). Si por el contrario el IE es superior o igual a 10 el sujeto tiene

muchas posibilidades de tener SAS (VPP del 89%). En esos casos podría irse a la PLS. Además, la presencia de LCFA interfiere con los resultados del MESAM IV. Así, en los sujetos sin LCFA el VPP fue del 92%, con lo que no sólo servirá para descartar la enfermedad sino que, en un alto porcentaje de pacientes, se podrá afirmar con seguridad que tienen la enfermedad.

A pesar de estos buenos resultados, el MESAM IV tiene varias limitaciones. *a)* En sujetos con fibrilación auricular la interpretación de la FC resulta muy difícil. *b)* Los pacientes que tengan desaturaciones por debajo del 50% no serán registrados, lo que complica el análisis manual y produce falsos negativos en el análisis automático. *c)* El MESAM IV no detecta apneas, sino que las deduce de la presencia de alteraciones en la SO_2 , la FC y los ronquidos. Sin embargo, la SO_2 y la FC pueden alterarse, también, por la presencia de LCFA, artefactos y sueño REM. Además los ronquidos en sujetos muy roncadores, sin claras pausas, son difíciles de interpretar. Todos estos factores podrían condicionar falsos positivos. *d)* No se detecta el tiempo total de sueño, sino el tiempo de registro, que puede o no corresponder con el estado de sueño, lo que puede alterar los resultados.

A modo de conclusión podemos decir: *a)* el MESAM IV, dado su uso domiciliario, precio, facilidad de manejo y rendimiento, permite abaratar costes en el diagnóstico de SAS y tiene un papel importante como paso previo a la PLS; *b)* el análisis automático tiene un valor muy inferior a la valoración manual, siendo esta de elección, y *c)* un MESAM IV negativo prácticamente descarta la presencia de un SAS y hace innecesaria la realización de una PLS. Un MESAM IV positivo es altamente indicativo de diagnóstico de SAS y podría permitir, en algunos casos, ir directamente a una PLS de tratamiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gislason T, Almqvist M, Erikson G, Taube A, Boman G. Prevalence of sleep apnea syndrome among swedish men. An epidemiological study. *J Clin Epidemiol* 1988; 41: 571-576.
2. Lavie P. Incidence of sleep apnea in a presumably healthy working population. *Sleep* 1983; 6: 312-318. SAS.
3. He J, Kryger MH, Zorick FJ, Conway W, Roth T. Mortality and apnea index in obstructive sleep apnea. Experience in 385 male patients. *Chest* 1988; 94: 9-14.
4. Sullivan CE, Issa FG, Bertho-Jones M et al. Home treatment of obstructive sleep apnea with continuous positive airway pressure applied through nose mask. *Bull Euro Physiopatol Respir* 1984; 20: 49-54.
5. Sforza E, Krieger J, Weitzenblum E, Apprill M, Lampert E, Ratamaharo J. Long-term effects of treatment with nasal continuous positive airway pressure on daytime lung function and pulmonary hemodynamics in patients with obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 1990; 141: 866-870.
6. Rühle KH, Kempf P, Mössinger B. Monitoring at home. *Lung* 1990; Supl: 927-932.
7. Salmi T, Telaviki T, Partien M. Evaluation of automatic analysis of SCSB, airflow and oxygen saturation signals in patients with sleep-related apneas. *Chest* 1989; 96: 255-261.
8. Gyulay S, Gould D, Sawyer B, Pond D, Mant A, Saunders NS. Evaluation of microprocessor-based portable home-monitoring system to measure breathing during sleep. *Sleep* 1987; 10: 130-142.



9. Lord S, Sawyer B, Pond D, O'Connell D, Eyland A, Mant A et al. Interrater reliability of computer-Assisted scoring of breathing during sleep. *Sleep* 1989; 12: 550-558.
10. Svanborg E, Larson H, Carlsson-Nordlander B, Pirskanen R. A limited diagnostic investigation for obstructive sleep apnea syndrome. Oximetry and static charge sensitive bed. *Chest* 1990; 98: 1.341-1.345.
11. Guilleminault C, Connolly R, Winkle R, Melvin R. Cyclical variation of the hear rate in sleep apnea syndrome: Mechanisms and usefulness of 24 h electrocardiography as a screening technique. *Lancet* 1984; 1: 126-131.
12. Zwillich C, Devlin T, White D et al. Bradycardia during sleep apnea. *J Clin Invest* 1982; 69: 1.286-1.292.
13. Hanly PJ, George CHF, Millar T, Kriger MH. Heart rate response to breath-hold, valsalva and mueller maneuvers in obstructive sleep apnea. *Chest* 1989; 95: 735-739.
14. Masuyama S, Shinozaki T, Kohchiyama S, Okita S, Kimura H, Honda Y et al. Heart rate depression during sleep apnea depends on hypoxic chemosensitivity. A study at high altitude. *Am Rev Respir Dis* 1990; 141: 39-42.
15. Decker MJ, Hoekje PL, Strhol KP. Ambulatory monitoring of arterial oxygen saturation. *Chest* 1989; 95: 717-722.
16. Fletcher EC, Costarango C, Miller T. The Rate of fall of arterial oxyhemoglobin saturation in obstructive sleep apnea. *Chest* 1898; 96: 717-722.
17. Williams A, Yu G, Santiago S, Stein M. Screening for sleep apnea using pulse oximetry and a clinical score. *Chest* 1991; 100: 631-635.
18. Aubry P, Jounieaux V, Rose D, Duran A, Levi-Valenssi P. The SaO₂/t diagram as a useful means to express nocturnal hypoxemia. *Chest* 1989; 96: 1.341-1.345.
19. Farney RJ, Walker LE, Jensen RL, Walker JM. Ear oximetry to detect apnea and differentiate rapid eye movement (REM) and non-REM (NREM) sleep. Screening for the sleep apnea syndrome. *Chest* 1986; 89: 533-539.
20. George CF, Millar TW, Kriger MH. Identification and quantification of apneas by computed-based analysis of oxygen saturation. *Am Rev Respir Dis* 1988; 137: 1.238-1.240.
21. Krump PE, Cummiskey JM. Use of laryngeal sound recordings to monitor apnea. *Am Rev Respir Dis* 1980; 122: 797-801.
22. Cummiskey JM, Williams TC, Krump PE, Guilleminault C. The detection and quantification of sleep apnea by tracheal sound recordings. *Am Rev Respir Dis* 1982; 126: 221-224.
23. Peirick J, Shepard JW Jr. Automated apnea detection by computer: analysis of tracheal breath sounds. *Med Biol Eng Comput* 1983; 21: 632-635.
24. Penzel T, Amend G, Meinzer K, Peter JH, Wichert P. MESAM: A heart rate and snoring recorder for detection of obstructive sleep apnea. *Sleep* 1990; 13: 172-182.
25. Stoohs R, Guilleminault C. Investigation of automatic screening device (MESAM) for obstructive sleep apnea. *Eur Respir J* 1990; 3: 823-829.
26. Penzel T, Althaus W, Meinzer K, Peter JH, Wichert P. A Device for ambulatory heart rate, oxygen saturation and snoring recording. 13Th Annual International Conference IEEE EMBS. *New Frontiers of Biomedical Engineering* 1991; 13: 1.616-1.617.
27. Stoohs R, Guilleminault C. MESAM 4: An ambulatory device for the detection of patients at risk for obstructive sleep apnea syndrome (OSAS). *Chest* 1992; 101: 1.221-1.227.
28. Martin R, Block A, Cohn M, Conway W, Hudgel C, Powles A et al. Indications and standards for cardiopulmonary sleep studies. American College of Chest Physicians and Association of Sleep Disorders Centers. *Sleep* 1985; 8: 371-379.
29. American Thoracic Society. Medican Section of the American Lung Association. Indications and standards for cardiopulmonary sleep studies. *Am Rev Respir Dis* 1989; 139: 559-568.
30. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 1: 307-310.
31. Snedecor GW, Cochran WG. *Statistical Methods*. Seventh edition. Iowa: The Iowa State University Press. 1980: 243-244.
32. Sackett DL, Haynes RB, Tugwell P. *Clinical epidemiology. A basic science for clinical medicine*. Boston: Little, Brown and Company. 1985: 59-138.
33. Simel DL, Samsa GP, Matchar DB. Likelihood ratios with confidence: sample size estimation for diagnostic test studies. *J Clin Epidemiol* 1991; 44: 763-770.
34. Normativa sobre la espirometría forzada. Recomendaciones SEPAR. N.º 1. Sociedad Española de Patología Respiratoria. Barcelona: Ediciones Doyma SA, 1987.
35. Roberts CJ, Hooper RG. Prediction of polysomnography results by abbreviated testing [resumen]. *Chest* 1985; 88: 4.435.
36. Crocker BD, Olson LG, Saunders NA, Hensley MJ, Mickelson JL, Allen KM et al. Estimation of the probability of disturbed breathing during sleep before a sleep study. *Am Rev Respir Dis* 1990; 142: 14-18.
37. Bliwise DL, Nekich JC, Dement WC. Relative validity of self-reported snoring as symptom of sleep apnea in a sleep clinic population. *Chest* 1991; 99: 600-608.
38. Scharf SM, Garshick E, Brown R, Tishler PV, Tosteson T, McCarley R. Screening for subclinical sleep-disorder breathing. *Sleep* 1990; 13: 344-353.
39. Gylay S, Olson LG, Hensley MJ, King MT, Allen KK, Saunders NA. A comparison of clinical assessment and home oximetry in the diagnosis of obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 1993; 147: 50-53.