

# REVISTA DE PATOLOGÍA RESPIRATORIA

www.elsevier.es/pr



## ORIGINAL

### Conductas de riesgo en pacientes con síndrome de apneas-hipopneas del sueño: estudio exploratorio en situaciones complejas y dinámicas de tráfico simulado

L.L. Di Stasi<sup>a</sup>, C. Díaz-Piedra<sup>b\*</sup>, A. Catena<sup>c</sup> y G. Buela-Casal<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Grupo de Ergonomía Cognitiva, Departamento de Psicología Experimental, Facultad de Psicología, Universidad de Granada, Granada, España; Department of Neurobiology, Barrow Neurological Institute, Phoenix, AZ, USA

<sup>b</sup>Unidad de Sueño, Instituto de Biotecnología, Universidad de Granada, Granada, España

<sup>c</sup>Grupo de Aprendizaje, Emoción y Decisión, Departamento de Psicología Experimental, Facultad de Psicología, Universidad de Granada, Granada, España

Recibido el 12 de febrero de 2011; aceptado el 12 de julio de 2011

#### PALABRAS CLAVE

Trastornos de apnea del sueño;  
Accidentes de tráfico;  
Trastornos de excesiva somnolencia;  
Sistema virtual

#### Resumen

**Objetivo:** Existe un amplio consenso sobre la existencia de una mayor incidencia de accidentes de tráfico en personas con síndrome de apneas-hipopneas del sueño (SAHS). Sin embargo, algunos aspectos de esta relación están aún por dilucidar. No se ha podido demostrar cuál es la causa probable de esta mayor accidentalidad, existen posibles factores de confusión no controlados y algunos instrumentos de evaluación utilizados poseen una baja validez ecológica. El objetivo del estudio fue analizar la conducta de riesgo en conducción de pacientes con SAHS en un entorno vial virtual realista y con tráfico simulado.

**Material y métodos:** Se evaluó la conducta de riesgo en la conducción mediante el simulador Honda Riding Trainer, en 12 pacientes diagnosticados de SAHS, tratados con presión positiva continua (CPAP), y 12 controles emparejados. También se evaluaron, a través de cuestionarios, la somnolencia diurna en los dos grupos y la fatiga mental y los niveles de activación durante la prueba.

**Resultados:** Aunque los pacientes con SAHS mostraban una mayor somnolencia diurna, no se han mostrado más arriesgados que los controles durante la conducción. No hubo diferencias en fatiga mental o niveles de activación durante la simulación.

**Conclusiones:** A diferencia de los resultados encontrados en los estudios clásicos, cuando la evaluación se realiza con herramientas más ecológicas y la duración de las pruebas es más breve, la ejecución de los pacientes con SAHS tratados con CPAP no difiere de la de los controles. Estos hallazgos apoyan el uso de la CPAP y respaldan la inclusión de pruebas de simulación virtuales para obtener o prorrogar el permiso o licencia de conducir, sobre todo, en poblaciones de riesgo.

\*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: dipie@ugr.es (C. Díaz-Piedra).

## KEYWORDS

Sleep apnea syndromes;  
Accidents;  
Traffic;  
Disorders of excessive somnolence;  
Virtual system

## Risk behaviors in patients with sleep apnea syndrome: explorative study in complex and dynamic situations of simulated traffic

### Abstract

**Objective:** A large consensus exists within the scientific community with regard to the existence of a high incidence of traffic accidents in people with Sleep Apnea Hypopnea Syndrome (SAHS). However, some aspects of this relationship are still in need of clarification. It has not been possible to show the likely cause of this large rate of accidents, there are possible uncontrolled, confounding factors, and some of the evaluation instruments used have low ecological validity. The goal of the study was to analyze risk behavior during driving in patients with SAS, in a virtual reality setting with simulated traffic.

**Material and methods:** Evaluation of risk driving behavior was carried out using the Honda Riding Trainer simulator. The participants were 12 patients diagnosed with SAS, treated with continuous positive airway pressure (CPAP), and 12 matched controls. Daytime somnolence, mental fatigue, and levels of activation during the tests, were also evaluated in both groups through the use of questionnaires.

**Results:** Although patients with SAHS showed higher daytime somnolence, they did not exhibit more risk driving behaviors than the control group. There were no differences in mental fatigue or levels of activation during the simulation.

**Conclusion:** Unlike the results found in classical studies, when the evaluation is carried out with more ecological tools and the duration of the tests is much shorter, the performance of patients with SAS treated with CPAP does not differ from that of the control group. These findings support the use of CPAP as well as the testing of drivers using virtual simulations in order to obtain a driver's license, especially in high risk populations.

## Introducción

El síndrome de apnea-hipopneas del sueño (SAHS) es considerado un problema de salud pública de primer orden<sup>1</sup>. Entre las múltiples implicaciones clínicas y prácticas que tiene el SAHS destacan la disminución de los niveles de vigilancia<sup>2</sup> y de la activación diurna<sup>3</sup>. El deterioro general del estado de alerta mental se relaciona con fatiga y somnolencia diurna, motivo por el que puede aparecer una disminución general del rendimiento<sup>4</sup> y un empeoramiento de la ejecución en las tareas complejas diarias, como puede ser la conducción de vehículos<sup>5</sup>. Las revisiones y meta-análisis realizados sugieren que los conductores con SAHS tendrían un mayor riesgo de verse envueltos en accidentes de tráfico<sup>6,7</sup>. Esta conclusión se basa, en gran parte, en los resultados obtenidos en pruebas de conducción simulada en laboratorio<sup>8,9</sup> o a través de cuestionarios/preguntas<sup>10</sup>. Sin embargo, considerando algunos estudios recientes<sup>11</sup>, la validez ecológica de dichos resultados podría ser cuestionada<sup>12,13</sup>. Esta idea se basa en que los resultados provenientes de simuladores y otros instrumentos no han sido confirmados cuando se revisan informes de aseguradoras o de la policía: en la vida real, muchos pacientes con SAHS nunca se han visto involucrados en accidentes de tráfico<sup>14</sup>. Esta incongruencia puede ser explicada si se considera la complejidad intrínseca que existe en el sistema “conductor-vehículo-ambiente”, donde la somnolencia actuaría sólo como una variable más dentro de la naturaleza multifactorial que caracteriza a los accidentes de tráfico<sup>14,15</sup> y no como el factor único que explique la alta accidentalidad de los conductores que padecen SAHS<sup>16</sup>. Otro posible

determinante a tener en cuenta es la metodología de investigación utilizada. Se ha llamado simulador de conducción a lo que en realidad son simuladores de volante o pruebas de reacción inmediata (para una exhaustiva descripción sobre las herramientas de simulación utilizadas en este contexto véase el trabajo de George<sup>15</sup>). Es más, aunque algunos autores hayan utilizado simuladores complejos y dinámicos, las condiciones de conducción creadas han sido muy largas y monótonas<sup>9,17,18</sup>, lo que provoca un estado de desactivación al volante también en personas sin problemas de sueño<sup>19</sup>. Pocos estudios<sup>11,20</sup> han evaluado la capacidad de conducción de pacientes con SAHS en circuitos simulados más realistas. Estos escenarios proporcionan una estimulación suficiente como para evitar la desactivación del conductor y el consiguiente deterioro en el rendimiento.

El objetivo de nuestro estudio fue comprobar si el desempeño (en términos de conducta de riesgo) en la conducción de vehículos en pacientes con SAHS tratados con presión positiva continua en la vía aérea (CPAP) difiere de la ejecución de controles, utilizando una tarea compleja y dinámica. En este contexto, el término “riesgo” se usa como una etiqueta descriptiva del grado en que un individuo opta por, o rechaza, comportamientos u opciones imprudentes e implica tanto la naturaleza de las consecuencias indeseables (desglosada en tipo de consecuencia o daño y gravedad o importancia del mismo) como la probabilidad de que ocurran esas consecuencias. Nuestra hipótesis de trabajo es que los pacientes con SAHS tratados con CPAP tendrán una ejecución similar a los controles en ambientes de conducción que simulan el flujo real de tráfico.

## Material y métodos

### Diseño del estudio

El presente trabajo es un estudio de casos y controles, prospectivo y controlado. La variable independiente, por selección, fue la ausencia o presencia de SAHS. Las variables dependientes fueron el desempeño en los escenarios simulados, los niveles de somnolencia diurna y los niveles de activación y fatiga mental durante la simulación. El estudio recibió la aprobación del Comité de Ética del Hospital Universitario Virgen de las Nieves de Granada.

### Población

La muestra clínica estaba compuesta por 12 pacientes (9 hombres), seleccionados de entre aquellos diagnosticados con SAHS por el Hospital San Cecilio y el Hospital Virgen de las Nieves de Granada. Los criterios de inclusión fueron: a) haber recibido el diagnóstico de SAHS en los últimos 10 años según los criterios diagnósticos establecidos por la SEPAR<sup>21</sup>, b) CPAP prescrita para dormir, c) ser mayor de 18 años, d) conservar las capacidades auditivas y de visión, e) ser conductor en activo de coches y f) no haber conducido nunca un ciclomotor. Los criterios de exclusión fueron: a) padecer algún tipo de enfermedad neurológica o lesión cerebral, b) consumir medicación relajante o estimulante del sistema nervioso central, c) consumir habitualmente alcohol o drogas, d) padecer algún trastorno respiratorio crónico, e) estar embarazada, f) dificultad para leer, g) padecer un trastorno mental grave, h) ser fumador e i) trabajar en turnos nocturnos.

La muestra control estaba formada por 12 personas sanas (9 hombres), emparejados por edad ( $\pm$  dos años) y sexo con los pacientes. Estas personas cumplían los mismos criterios de inclusión y exclusión que los pacientes, excepto que no tenían diagnóstico de SAHS ni problemas de sueño. La ausencia de SAHS se determinó mediante una entrevista basada en las sugerencias de Kapuniai<sup>22</sup> para evaluar el riesgo de padecer trastornos respiratorios del sueño y que incluía cuestiones relativas a otros trastornos del sueño.

Para estimar el tamaño muestral, se utilizó el programa G\*Power 3<sup>23</sup>. Para alcanzar una potencia estadística de 0,95 y un tamaño del efecto poblacional ( $d$  de Cohen) de 1,6, con un nivel de significación de 0,05, se requieren, al menos, 10 participantes por grupo, lo que concuerda con los tamaños muestrales habituales en este tipo de estudios.

### Instrumentos y aparatos

El simulador de conducción *Honda Riding Trainer* (HRT) (fig. 1) es un simulador estático que reproduce un ciclomotor con asiento, manillar, pedales, acelerador, freno, intermitentes y claxon (para más detalles, véase Di Stasi et al<sup>24</sup>). Este simulador ha sido utilizado para estudiar conductas riesgo en varias poblaciones<sup>24-26</sup>.

Además, la Escala de somnolencia de Epworth (ESE)<sup>27</sup>, la Escala de somnolencia de Stanford (ESS)<sup>28</sup> y la Escala de fatiga de Borg<sup>29</sup> fueron empleadas para evaluar, respectivamente, el estado de somnolencia, activación y fatiga mental en los participantes. Además, se evaluó el cronotipo mediante la Escala reducida de matutinidad-vespertinidad de



**Figura 1** A la izquierda, la Honda Riding Trainer que es un simulador estático de bajo coste usado principalmente para mejorar la conducta de riesgo y las habilidades de percepción. A la derecha, un ejemplo de situación de tráfico de riesgo presentada a los participantes. Arriba, representación esquemática de una situación de peligro siendo el punto rojo el vehículo participante. Abajo, la misma escena pero desde la perspectiva del participante.

Fuente: Di Stasi et al<sup>25</sup>.

Horne y Östberg<sup>30</sup>. Todos los cuestionarios se presentaron en su adaptación española.

### Procedimiento

En primer lugar, los participantes firmaron el consentimiento y fueron evaluados mediante una entrevista semiestructurada para determinar diversas características sociodemográficas, clínicas y otras relacionadas con su experiencia en la conducción de vehículos. Para disminuir la influencia de los ritmos circadianos, todas las sesiones experimentales se realizaron entre las 13:00 y las 15:00 horas. Además, ningún participante consumió alcohol las 24 horas previas al estudio ni bebidas con cafeína las 12 horas previas.

Al principio de la sesión de simulación se midió el nivel de somnolencia con la ESE. Además, el estado de activación y fatiga de todos los participantes se evaluó a través de la ESS y la Escala de Borg, respectivamente, tanto al principio como al final de la simulación.

Antes de realizar las simulaciones experimentales, se dedicaron 10 minutos (dos sesiones simuladas no consideradas en los análisis de los resultados) para que los participantes pudieran familiarizarse con el manejo de los dispositivos del simulador y con los escenarios virtuales. Al terminar las sesiones de entrenamiento, los participantes fueron capaces de controlar el simulador sin cometer violaciones del código de seguridad vial y sin accidentes asociados a la pérdida de control del ciclomotor. Seguidamente, comenzó la sesión experimental cuya duración fue de aproximadamente 10 minutos (dos escenarios simulados, elegidos de forma aleatoria entre cinco posibles con igual nivel de complejidad) sobre circuitos urbanos con calzada de doble sentido, flujo de tráfico mixto e intersecciones. Se presentaron 16 situaciones potenciales de riesgo, producidas principalmente por la entrada de vehículos a la vía y la presencia de obstáculos inesperados en la carretera.

## Análisis de datos

Para comprobar si existían diferencias en somnolencia, activación, fatiga mental y conducta de riesgo entre los grupos se realizó una prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes. En el caso de variables categóricas, el análisis elegido fue la prueba Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ). Por último, para analizar las posibles diferencias entre los resultados subjetivos (activación y fatiga mental) antes y después del experimento se utilizó la prueba de Wilcoxon para datos apareados. Se consideró estadísticamente significativo un valor de  $p \leq 0,05$ .

## Resultados

### Características de la muestra

Los pacientes (índice de apnea-hipopnea:  $M = 46,33/h$ ,  $DT = 2,89$ ) presentaron un tiempo medio de diagnóstico de 3 años y 7 meses. La comorbilidad más frecuente fue la enfermedad cardiovascular que padecían el 58,40% de los pacientes con SAHS. El 41,70% de la muestra clínica consumía medicación para estos problemas cardiovasculares. En la tabla 1 puede verse un resumen de las características sociodemográficas, antropométricas, del cronotipo y asociadas a la conducción de los dos grupos.

### Valoración de la activación, la fatiga mental y la somnolencia

Los niveles de somnolencia diurna fueron más altos en los pacientes que en los controles ( $U = 6$ ,  $p < 0,001$ ). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre pacientes y controles en los niveles de activación y fatiga mental antes del experimento ( $U = 66$  y  $U = 68,50$ , respectivamente,  $p > 0,05$ ), ni después del mismo ( $U = 54$  y  $U = 46,50$ , respectivamente,  $p > 0,05$ ). Las puntuaciones antes y después del experimento en la ESS y la Escala de Borg fueron similares en cada uno de los dos grupos (en pacientes, Wilcoxon,  $Z = 0,84$  y  $Z = 1,60$ ,  $p > 0,05$ ; en controles, Wilcoxon,  $Z = 1,09$  y  $Z = 0,80$ ,  $p > 0,05$ ). Las puntuaciones medias en cada una de estas variables pueden verse en la tabla 2.

### Conductas de riesgo en el HRT

Para cada escenario de simulación, el HRT registra automáticamente el desempeño en la conducción (los errores, los accidentes y las violaciones del código de seguridad vial), lo que permite clasificar, de forma estandarizada, la *conducta de riesgo* según sea un *comportamiento seguro* (1 = no hay accidentes, evitar peligros sin frenada brusca, respetar la distancia de seguridad con otros vehículos, respetar velocidad), un *comportamiento imprudente* (2 = no respetar velocidad, uso brusco de los frenos, no respetar la distancia de seguridad), un *comportamiento arriesgado* (3 = frenada brusca cerca de otros vehículos) y *accidente* (4) (para más detalles, véase Di Stasi et al<sup>19</sup>).

No se encontraron diferencias significativas entre pacientes y controles ( $U = 45,50$ ,  $p = 0,120$ ), en las puntuaciones medias de conducta de riesgo. Sin embargo, la tendencia

**Tabla 1** Características sociodemográficas, antropométricas, del cronotipo y asociadas a la conducción en pacientes con síndrome de apneas-hipopneas del sueño comparados con controles

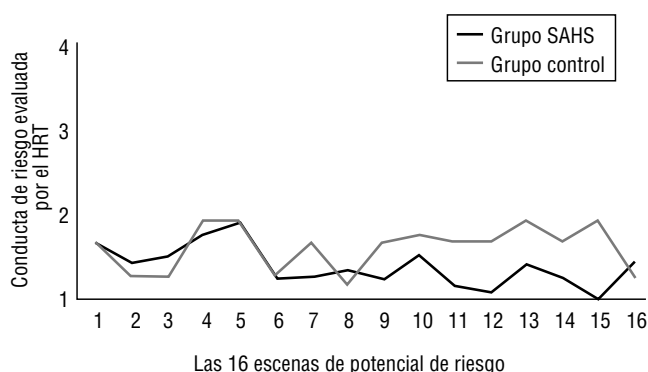
	Pacientes N = 12	Controles N = 12
	M (DT)	
Edad (años)	52,83 (8,88)	53,67 (9,72)
Índice de masa corporal (kg/m <sup>2</sup> )	32,14 (5,92)	26,85 (2,69)
Antigüedad del carnet de conducir (años)	29,25 (10,36)	29 (12,70)
Número de sanciones de tráfico	2,83 (3,13)	1,17 (0,80)
Número de accidentes de tráfico	0,50 (0,80)	1,00 (1,04)
	N (%)	
<i>Cronotipo</i>		
Matutino	6 (50,00)	11 (91,70)
Vespertino	2 (16,70)	0 (0)
Sin cronotipo definido	4 (33,30)	1 (8,30)
<i>Tipo de accidentes de tráfico</i>		
Velocidad	0 (0)	1 (8,30)
Distancia de seguridad	1 (8,30)	0 (0)
Colisión	1 (8,30)	5 (41,70)
Malas condiciones en calzada	0 (0)	1 (8,30)
Velocidad asociada a somnolencia	1 (8,30)	0 (0)
<i>Frecuencia de uso del coche</i>		
A diario	10 (83,30)	10 (83,30)
<i>Infracciones cometidas</i>		
Velocidad	2 (16,70)	6 (25,00)
Aparcamiento	6 (50,00)	3 (25,00)

M : media; DT : desviación típica

**Tabla 2** Puntuaciones medias en somnolencia, activación, fatiga mental y conducta de riesgo en pacientes con síndrome de apneas-hipopneas del sueño (SAHS) comparados con controles

Parámetro	Pacientes (n = 12)	Controles (n = 12)
	M (DT)	
ESE	11,50 (2,39)*	4,58 (2,84)*
Escala de Borg		
(Antes de la simulación)	7,7 (2,10)	8,08 (2,47)
ESS		
(Antes de la simulación)	2,00 (0,85)	2,17 (0,84)
Escala de Borg		
(Después de la simulación)	8,83 (2,17)	7,58 (1,93)
ESS		
(Después de la simulación)	2,33 (1,16)	1,83 (0,72)
Conducta de riesgo	1,39 (0,19)	1,60 (0,34)

M : media; DT : desviación típica; ESE : Escala de somnolencia de Epworth; ESS : Escala de somnolencia de Stanford;  
\* $p < 0,001$ .



**Figura 2** La conducta de riesgo (según evaluación del HRT: 1 = comportamiento seguro, 2 = comportamiento de precaución, 3 = comportamiento de riesgo y 4 = accidente) en las 16 escenas de potencial riesgo en ambos grupos.

observada en 9 de las 16 escenas de potencial riesgo mostrarían una peor ejecución en los controles (fig. 2).

## Discusión

En estudios clásicos se muestra como los pacientes con SAHS tienen una mayor probabilidad de sufrir accidentes de tráfico<sup>8,31</sup>. Sin embargo, en el presente trabajo no se corroboran estos hallazgos sugiriendo que las habilidades de conducción de los pacientes con SAHS, en términos de conducta de riesgo, son similares a las personas sin problemas de sueño. Tassi et al<sup>11</sup> también encontraron que, utilizando un simulador de conducción dinámico de alta fidelidad, los pacientes con SAHS tenían un rendimiento de conducción parecido al grupo control en número de adelantamientos, tiempo transcurrido en el carril izquierdo, etc. Además, encontramos una tendencia a conducir de forma menos segura por parte de los controles, lo que podría relacionarse con una mayor conciencia por parte de los pacientes con SAHS acerca de sus problemas de somnolencia al volante lo que les llevaría a conducir de forma menos arriesgada<sup>32</sup>.

La controversia con respecto al mayor o menor riesgo de accidentalidad en esta población puede estar relacionada, principalmente, con las características de la tarea empleada, el tratamiento recibido y los comportamientos individuales cuando un conductor se encuentra somnoliento.

Con respecto al instrumento de evaluación, nuestros resultados se han obtenido a partir de una tarea compleja y dinámica (simulando el flujo real del tráfico), lo que conlleva una demanda constante de recursos de atención en términos de respuesta manual y de procesamiento cognitivo<sup>24</sup>, tanto en pacientes como controles, característica ausente en los estudios clásicos. Estos estudios realizan la evaluación de las capacidades cognitivas mediante tareas de baja fidelidad, procedimiento que se caracteriza por experimentos largos, monótonos y en condiciones muy poco “ecológicas”. Es decir, la poca correspondencia existente entre el riesgo de padecer accidentes de tráfico en pacientes con SAHS y el número real de accidentes podría estar determinada por el procedimiento experimental utilizado.

Por otra parte, estudios recientes han confirmado que la capacidad de atención se ve incrementada tras el uso de la CPAP, lo que conlleva, al mismo tiempo, una reducción del riesgo de accidentes de tráfico<sup>33,34</sup>. Nuestros resultados apoyan la idea de que la CPAP influye positivamente en el estado general de alerta de los pacientes, aumentando los niveles de activación e incrementando el umbral de agotamiento mental (igualándose al de los controles), lo que repercutiría de manera efectiva en la capacidad de conducción de los pacientes con SAHS.

Por último, aunque los efectos de la somnolencia son un elemento clave en el desempeño en la conducción, la naturaleza de los accidentes de tráfico es multifactorial. Por ello, hay que tener en cuenta que los comportamientos individuales van a tener un efecto crucial en permitir que la somnolencia determine o no la aparición de un accidente<sup>12</sup>. De esto se deriva que, en nuestro caso, los pacientes con SAHS, conscientes del riesgo asociado a su mayor somnolencia, podrían haber adoptado un comportamiento más precavido al volante.

Este estudio presenta una serie de limitaciones a tener en cuenta. En primer lugar, con respecto a la selección del grupo control, los participantes no fueron evaluados mediante polisomnografía (lo que permitiría descartar con más seguridad la presencia de SAHS), además se desconocían ciertas características clínicas de estas personas y no se tuvo en cuenta el IMC en el emparejamiento. Sin embargo, la utilización de autoinformes es un método validado para el *screening* de los trastornos respiratorios del sueño<sup>22</sup> y además todos los controles afirmaron no tener ninguna enfermedad o trastorno psicológico. En relación a la obesidad, dado que el índice de masa corporal (IMC) está muy asociado a la gravedad del SAHS, el ajuste por esta variable podría suponer una sobrecorrección inapropiada<sup>13</sup>. En segundo lugar, con respecto al tratamiento, se desconocían los datos relativos a la adherencia a la CPAP, así como el IAH residual, que nos permitirían conocer si estos pacientes estaban infratratados. En tercer lugar, dado que el muestreo no fue al azar, la forma de reclutamiento podría introducir sesgos. Por ello, se procuró que ambos grupos fueran equivalentes en diversas variables de confusión, incluyendo número de multas de tráfico o tasa de accidentes previos. Además, la selección de pacientes fue realizada por profesionales clínicos ajenos a la investigación. Por último, debido a que el tamaño muestral no fue muy elevado y la simulación fue relativamente corta, estos hallazgos necesitan ser confirmados por futuros estudios. De todos modos, debe notarse que la duración total de la prueba (unos 20 minutos) equivale a un desplazamiento medio en una ciudad en días lectivos<sup>35</sup>.

Nuestros resultados tienen claras implicaciones prácticas y clínicas. Por una parte, la inclusión de pruebas virtuales y simulaciones complejas podría ser útil en los protocolos de evaluación para la obtención o recuperación del carnet de conducir. Con estas pruebas, los centros de reconocimiento de conductores y las unidades de sueño, podrían comprobar si existe mejoría en las habilidades de conducción tras el tratamiento con la CPAP en los pacientes con SAHS, facilitando la tarea de los profesionales que deben certificar el control de los síntomas en estos pacientes. Además, se podría entrenar de esta manera a los conductores pertenecientes a poblaciones de riesgo con el objetivo de

aumentar la conciencia de las situaciones de peligro que se producen en la carretera y mejorando la seguridad vial. Por otra parte, y más relevante, los resultados corroboran la eficacia del tratamiento con CPAP en mejorar los problemas de rendimiento diurno y de somnolencia al volante de los pacientes con SAHS, lo que lleva a un incremento de la seguridad vial<sup>36</sup>. Por último, debido a que los ciclomotores son uno de los vehículos más utilizados y con mayor tasa de accidentes en nuestras carreteras<sup>26</sup>, es de crucial relevancia el estudio de los distintos factores asociados a esta elevada siniestralidad, incluyendo el efecto de los trastornos del sueño. Además, aunque las pruebas hayan simulado conducción en ciclomotor, nuestros resultados son extrapolables a la conducción con automóviles de turismo, ya que los escenarios seleccionados no necesitaban ningún tipo de conducta asociada específicamente a la conducción con motocicletas (por ejemplo, la rotación de la cabeza hacia derecha e izquierda) y la moto ocupaba el mismo espacio en la carretera que un coche, no existiendo la posibilidad de rebasar a los demás vehículos en la calzada por espacios estrechos.

En conclusión, las habilidades de conducción de los pacientes con SAHS tratados con CPAP no parecen estar deterioradas, en comparación con personas sin problemas de sueño, cuando la evaluación se realiza con instrumentos que simulan un entorno vial complejo, cercano a la realidad.

## Financiación

Esta investigación ha sido parcialmente financiada por la Consejería de Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía (Proyectos de Excelencia P05-CTS-918; PB09-SEJ4752, PSI2009-12217) y por la beca MEC-Fulbright Postdoctoral Fellowship (PS-2010-0667) concedida a L.L. Di Stasi y FPU AP 2007-2965 concedida a C. Díaz-Piedra por el Ministerio de Educación y Ciencia.

## Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a Don Raúl Quevedo Blasco, a Doña Noelia Galiano Castillo y a Don David Montalbán Hernández la ayuda recibida en la obtención de los datos.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Masa JF, Rubio M. El SAHS: Un problema de salud pública. Situación en España. En: Martínez García MA, Durán-Cantolla J, directores. *Apnea del sueño en atención primaria. Puntos clave*. Respira — Fundación Española del Pulmón — Separ. 2009; p. 41-53.
2. Mazza S, Pépin J-L, Naëgelé B, Plante J, Deschaux C, Lévy P. Most obstructive sleep apnoea patients exhibit vigilance and attention deficits on an extended battery of tests. *Eur Respir J*. 2005;25:75-80.
3. Yue HJ, Bardwell W, Ancoli-Israel S, Loredó JS, Dimsdale JE. Arousal frequency is associated with increased fatigue in obstructive sleep apnea. *Sleep Breath*. 2009;13:331-9.
4. Sánchez AI, Martínez P, Miró E, Bardwell W A, Buela-Casal G. CPAP and behavioral therapies in patients with obstructive sleep apnea: Effects on daytime sleepiness, mood, and cognitive function. *Sleep Med Rev*. 2009;13:223-33.
5. Smolensky MH, Di Milia L, Ohayon MM, Philip P. Sleep disorders, medical conditions, and road accident risk. *Accid Anal Prev*. 2011;43:533-48.
6. Ellen RLB, Marshall SC, Palayew M, Molnar FJ, Wilson KG, Man-Son-Hing M. Systematic review of motor vehicle crash risk in persons with sleep apnea. *J Clin Sleep Med*. 2006;2: 193-200.
7. Tregear S, Reston J, Schoelles K, Phillips B. Obstructive sleep apnea and risk of motor vehicle crash: Systematic review and meta-analysis. *J Clin Sleep Med*. 2009;5:573-81.
8. Findley LJ, Fabrizio MJ, Knight H, Norcross BB, LaForte AJ, Suratt PM. Driving simulator performance in patients with sleep apnea. *Am Rev Respir Dis*. 1989;140:529-30.
9. Filtness AJ, Reyner LA, Horne JA. Moderate sleep restriction in treated older male OSA participants: Greater impairment during monotonous driving compared with controls. *Sleep Med*. 2011;12:838-43.
10. Horstmann S, Hess CW, Bassetti C, Gugger M, Mathis J. Sleepiness-related accidents in sleep apnea patients. *Sleep*. 2000;23: 383-9.
11. Tassi P, Grenèche J, Pebayle T, Eschenlauer A, Hoeft A, Bonnefond A, et al. Are OSAS patients impaired in their driving ability on a circuit with medium traffic density? *Accid Anal Prev*. 2008;40:1365-70.
12. Pizza F, Contardi S, Mondini S, Cirignotta F. Simulated driving performance coupled with driver behavior can predict the risk of sleepiness-related car accidents. *Thorax*. 2010; 66:725-6.
13. Stradling J. Driving and obstructive sleep apnoea. *Thorax*. 2008; 63:481-3.
14. George CFP. Sleep apnea, alertness, and motor vehicle crashes. *Am J Respir Crit Care Med*. 2007;176:954-6.
15. George CFP. Sleep 5: Driving and automobile crashes in patients with obstructive sleep apnoea/hypopnoea syndrome. *Thorax*. 2004;59:804-7.
16. Masa JF, Rubio M, Findley LJ. Habitually sleepy drivers have a high frequency of automobile crashes associated with respiratory disorders during sleep. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000; 162:1407-12.
17. Pizza F, Contardi S, Ferlisi M, Mondini S, Cirignotta F. Daytime driving simulation performance and sleepiness in obstructive sleep apnoea patients. *Accid Anal Prev*. 2008;40:602-9.
18. Tiffin J, Sparks J, Rizzo M. Visual vigilance in drivers with obstructive sleep apnea. *J Psychosom Res*. 2009;67:143-51.
19. Di Stasi LL, Renner R, Catena A, Cañas JJ, Velichkovsky BM, Pannasch S. Towards a driver fatigue test based on the saccadic main sequence: A partial validation by subjective report data. *Transport Res C- Emer*. 2012;21:122-33.
20. Risser MR, Ware JC, Freeman FG. Driving simulation with EEG monitoring in normal and obstructive sleep apnea patients. *Sleep*. 2000;23:393-8.
21. Lloberes P, Durán-Cantolla J, Martínez-García MA, Marín JM, Ferrer A, Corral J, et al. Diagnóstico y tratamiento del síndrome de apneas-hipopneas del sueño. *Arch Bronconeumol*. 2011;47:143-56.
22. Kapuniai LE, Andrew DJ, Crowell DH, Pearce JW. Identifying sleep apnea from self-reports. *Sleep*. 1988;11:430-6.
23. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Meth*. 2007;39, 175-91.
24. Di Stasi LL, Álvarez-Valbuena V, Cañas JJ, Maldonado A, Catena A, Antolí A, et al. Risk behaviour and mental workload: Multi-



- modal assessment techniques applied to motorbike riding simulation. *Transport Res F Traffic Psychol Behav.* 2009;12:361-70.
25. Di Stasi LL, Contreras D, Cañas JJ, Cándido A, Maldonado A, Catena A. The consequences of unexpected emotional sounds on driving behaviour in risky situations. *Safety Sci.* 2010;48:1463-8.
  26. Di Stasi LL, Contreras D, Cándido A, Cañas JJ, Catena A. Behavioral and eye-movement measures to track improvements in riding skills of vulnerable road users: First-time motorcycle riders. *Transport Res F Traffic Psychol Behav.* 2011;14:26-35.
  27. Johns MW. A new method for measuring daytime sleepiness: The Epworth Sleepiness Scale. *Sleep.* 1991;14:540-5.
  28. Hoddes E, Zarcone V, Smythe H, Phillips R, Dement WC. Quantification of sleepiness: A new approach. *Psychophysiology.* 1973;10:431-6.
  29. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14:377-81.
  30. Horne JA, Östberg O. A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *Int J Chronobiol.* 1976;4: 97-110.
  31. Terán-Santos J, Jiménez-Gómez A, Cordero-Guevara J y el Grupo Cooperativo Burgos-Santander. The association between sleep apnea and the risk of traffic accidents. *NEJM.* 1999;340:847-51.
  32. Masa JF, Rubio M, Findley LJ, Riesco JA, Sojo A, Disdier C. Los conductores somnolientos tienen alta frecuencia de accidentes de tráfico asociados a exceso de RERA. *Arch Bronconeumol.* 2003;39:153-8.
  33. Tregear S, Reston J, Schoelles K, Phillips B. Continuous positive airway pressure reduces risk of motor vehicle crash among drivers with obstructive sleep apnea: Systematic review and meta-analysis. *Sleep.* 2010;33:1373-80.
  34. Díaz de Atauri Rodríguez de los Ríos MJ. Riesgo laboral en pacientes con SAHS. *Rev Patol Respir.* 2011;14:17-8.
  35. Strayer DL, Drews FA, Crouch DJ. A Comparison of the Cell Phone Driver and the Drunk Driver. *Hum Factors.* 2006;48:381-91.
  36. Antonopoulos CN, Sergentanis TN, Daskalopoulou SS, Petridou ET. Nasal continuous positive airway pressure (nCPAP) treatment for obstructive sleep apnea, road traffic accidents and driving simulator performance: A meta-analysis. *Sleep Med Rev.* 2011;15:301-10.