

# Estudio piloto sobre el impacto de los reductores de velocidad en el conductor de autobús. Estudio electromiográfico

**Silvia Nogareda Cuixart**

Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. INSHT

**Carles Salas Ollé**

Responsable Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de TUSGSAL

*La base del presente estudio estriba en la posible relación entre problemáticas osteomusculares diversas y el paso reiterativo y continuo por encima de reductores de velocidad que, situados en la vía pública de manera sumamente extendida, representan obstáculos artificiales que deben sobrepasar una y otra vez los conductores y, en el caso de conductores profesionales de autobús urbano, lo deben realizar en innumerables ocasiones durante su jornada laboral.*

El presente artículo aborda el estudio del impacto de los obstáculos artificiales que habitualmente se utilizan para regular el tráfico sobre la salud de los conductores de autobús urbano.

Estos profesionales desarrollan su labor de manera cíclica sobre un mismo recorrido urbano, de modo que, a lo largo de una jornada laboral, pueden llegar a pasar más de 75 veces por desniveles de la calzada (bandas sonoras, pasos elevados de peatones, etc.).

El estudio se basa en el registro electromiográfico del conductor de autobús y el registro de daños a la salud en las líneas en que existe una mayor frecuencia de paso por estos desniveles. Se trata de un trabajo que incide sobre elementos de la vía urbana de

uso cada vez mayor entre los consistorios y administraciones como elementos reguladores de la velocidad.

El objetivo es el de valorar la posible relación entre la frecuencia de paso de los conductores por los distintos obstáculos artificiales de la vía pública y los daños a la salud que puedan existir entre el colectivo de conductores.

## INTRODUCCIÓN

La base del presente estudio estriba en la posible relación entre problemáticas osteomusculares diversas y el paso reiterativo y continuo por encima de reductores de velocidad que, situados en la vía pública de manera sumamente extendida, representan obstáculos artificiales que deben sobrepasar una y otra vez los

conductores y, en el caso de conductores profesionales de autobús urbano, lo deben realizar en innumerables ocasiones durante su jornada laboral. Dado que los trayectos que realizan dichos conductores son repetitivos a lo largo de una línea de autobús que es la que cubren diariamente, este es un colectivo donde la realización de un estudio piloto puede cumplir el objetivo de arrojar alguna conclusión o línea de actuación al respecto.

La colocación de obstáculos artificiales en la vía pública se ha convertido en un elemento de regulación, fundamentalmente de la velocidad de los vehículos, muy extendido en España y, asimismo, en muchos otros países.

Si bien es cierto que estos obstáculos disminuyen el número de los



accidentes, también es soslayable que al pasar los vehículos por dichos obstáculos los conductores de los mismos perciben un disconfort que, en ocasiones, puede ser intenso en función de las condiciones en las que esté el vehículo, la velocidad con que el vehículo aborde el obstáculo y el tipo de obstáculo que se sobrepasa. Hasta qué punto este disconfort percibido pueda estar produciendo alteraciones musculoesqueléticas o de otra índole en los conductores es algo que requiere mayor atención por parte de los profesionales de la prevención y de la salud de lo que hasta la fecha se le pueda haber prestado.

En España, recientemente se aprobó una normativa de regulación de estos obstáculos viarios (reductores de velocidad), dado que, debido a su proliferación, la variedad estructural de los mismos podría estar aumentando las probabilidades de que el disconfort físico e incluso algunos posibles daños

a la salud se hagan presentes en los conductores. Tal normativa se especifica en el Boletín Oficial del Estado número 261 Entrada 17255 del miércoles 29 de octubre de 2008, en el que se hace pública la Orden por la que se aprueba la "Instrucción Técnica para la Instalación de reductores de velocidad y bandas transversales de alerta".

En el caso de los conductores profesionales, y en particular en el de los conductores de transporte urbano con trayectos repetitivos durante su jornada laboral, la problemática podría ser mayor, debido a que en el caso de que el trayecto transite por zonas con asiento de estos obstáculos, los conductores pueden estar pasando sobre ellos una y otra vez durante la jornada, y un número de veces muy elevado a corto y medio plazo.

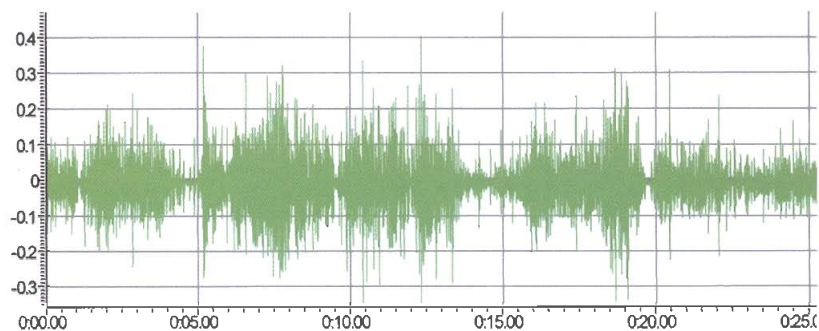
Los conductores profesionales tienen en las alteraciones musculoesqueléticas los problemas de salud

más frecuentes y, en consecuencia, es necesario analizarlos al detalle con la finalidad de minimizar en lo posible su impacto. Si bien es cierto que la ergonomía del lugar de trabajo (fundamentalmente el habitáculo del conductor) resulta de importancia capital para conseguir tal objetivo, no es menos cierto que se hace necesario analizar también al detalle otros elementos con incidencia más que posible en la consecución de estos daños a la salud.

## METODOLOGÍA

La evaluación del riesgo de lesión por sobreesfuerzos resulta compleja con frecuencia por la dificultad que presenta el análisis de los movimientos y esfuerzos, el estudio electromiográfico (EMGs) ofrece interesantes resultados con respecto al nivel de exigencia de trabajo que determinado grupo muscular (aquel que es testado durante la prueba) tiene al realizar una tarea. De este modo, resulta intere-

■ Gráfico 1 ■ Señal obtenida en un paso elevado



sante trasladar el registro EMGs fuera de los laboratorios para llevarlos a los lugares de trabajo y buscar la "normalidad" en la postura o fuerza desarrollada por los músculos desarrollando la tarea habitual del trabajador. Ello no está exento de complicación dado que es preciso que el trabajador se sienta cómodo para realizar el trabajo aun a pesar de llevar consigo los elementos necesarios del equipo de registro EMC, así como, en tareas con exposición al público, que ello no suponga un obstáculo en la percepción del propio público hacia el servicio recibido.

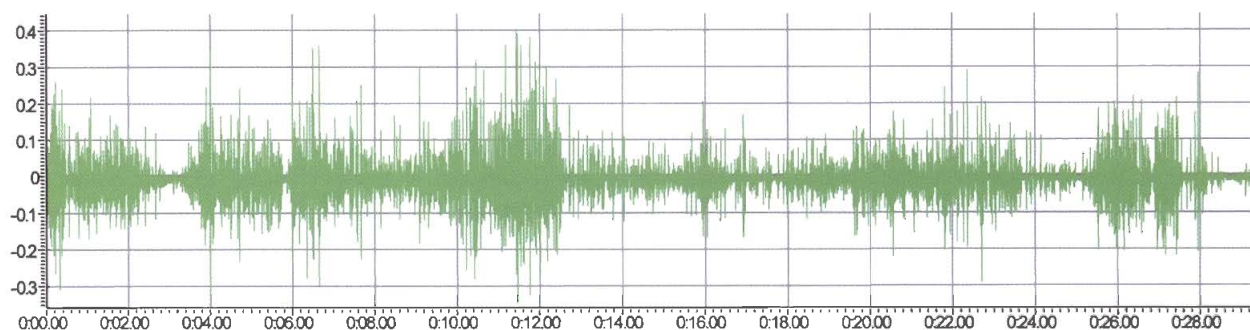
En el presente estudio, que forma parte del proyecto de desarrollo de métodos para la evaluación de la carga física que se lleva a cabo en el Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, se procedió a realizar un registro con un equipo convencional que se dispuso en el interior de un vehículo, disponiendo los electrodos de registro en unos grupos musculares seleccionados, sobre un conductor de TUSGSAL voluntario, de complejión y edad media, experiencia destacada e historial, en cuanto a daños a la salud, óptimo. El vehículo seleccionado fue un vehí-

culo de la empresa TUSGSAL de características intermedias en cuanto a los años de servicio realizados por el mismo y en cuanto al confort del habitáculo de conductor, con un asiento diseñado con enfoque ergonómico y dotado de buena suspensión.

El registro EMC se realizó durante un trayecto de una hora en la que se abordaron 26 bandas sonoras, 14 pasos elevados de peatones de diferentes anchuras, dos reductores de velocidad tipo "bache" y dos alcantarillados. Se colocaron cuatro sensores de superficie en los músculos trapecio derecho e izquierdo y cuadrado derecho e izquierdo, siguiendo el procedimiento habitual para obtener señales de referencia; y, durante el recorrido, se efectuaron tomas de imágenes mediante cámara digital para facilitar el posterior análisis.

Una vez obtenido este registro EMC piloto, se recogieron datos reales sobre las líneas habituales que explota la empresa en las que los trayectos incluyeran un número considerable de obstáculos artificiales, así como lo contrario, líneas en las que el número de obstáculos fuera el menor posible.

■ Gráfico 2 ■ Señal obtenida en una de las bandas sonoras



Para ello se realizó una topografía de reductores de velocidad de diversas líneas de servicio de la empresa y se diseñó un recorrido poblado de obstáculos artificiales de diferentes tipos (se catalogaron tres tipos diferentes: pasos elevados de peatones, reductores de velocidad tipo bache y bandas sonoras) por el cual se pasaría circulando en reiteradas ocasiones y recogiendo los datos proporcionados por el registro EMG en los grupos musculares seleccionados. Sobre estos datos se podría constatar la probabilidad o no de riesgo de daños a la salud para los grupos musculares testados, de una forma indirecta pero no por ello desdeñable. Para prevenir las enfermedades tendinosas hay que conocer las fuerzas que el músculo ejerce sobre el tendón y, sabiendo que la señal de electromiografía es una medición proporcional al esfuerzo muscular desarrollado, ello nos puede resultar de gran ayuda para realizar una estimación.

Hay que tener en cuenta que la media de veces en que un conductor puede llegar a pasar por encima de obstáculos artificiales puede oscilar mucho en función de la línea y el recorrido asignado a la misma. Como ya se ha explicado anteriormente, se estudiaron líneas de las que se conocía de antemano la elevada frecuencia de paso y líneas de las que se conocía su poca frecuencia de paso. Así, la línea que tiene mayor frecuencia de paso llega a una media de 150 obstáculos por turno (teniendo en cuenta que durante una jornada laboral el número de expediciones de cada conductor es de 3,75 y en cada expedición se pasa por 40 obstáculos), y la que menos, 6,5 (teniendo en cuenta que durante una jornada el número de expediciones es de 6,5 y en cada expedición se pasa por 1 obstáculo). En el gráfico 1, se aprecia claramente el aumento de la

**Tabla 1** Variación de valores de porcentaje del valor cuadrático medio

% MCV	Cuadrado D.	Cuadrado I.	Trapezio D.	Trapezio I.
Conducción normal	13,6%	11,8%	17,1%	35,2%
Elevado (reposo)	-	-	17,6%	9,5%
Elevado	-	-	32,1%	50,1%
Paso (reposo)	12,9%	9,4%	16,7%	20,2%
Paso	-	-	30,9%	46,5%
Sonoras (reposo)	-	-	12,3%	33,7%
Sonoras	-	-	18,0%	50,9%

amplitud de la señal en el momento de superar el obstáculo de un paso elevado y en el gráfico 2, la señal obtenida al pasar por encima de una de las bandas sonoras.

Por último, a través del listado de conductores de estas líneas, se procedió a estudiar la incidencia de absentismo en el periodo 2003 a 2007 por motivos de salud, ya sea por contingencia profesional o contingencia común, disponiendo de los datos relativos a cada caso por parte del servicio médico y contabilizando aparte aquellos casos sobre los que se tenía la certeza de que la problemática de salud fuera musculoesquelética. Se establecieron comparaciones entre los conductores de las líneas con muchos obstáculos y los de las líneas con pocos. Así pues, se establecieron dos grupos: el A, de conductores con elevada frecuencia de paso; y el B, de poca frecuencia de paso (menos de 18 pasos por jornada laboral).

## RESULTADOS

Los resultados de la EMG revelaron que en cuanto al registro sobre el

músculo cuadrado no se observaron diferencias significativas en los espectros electromiográficos relativos al reposo y a la conducción del vehículo,

La línea que tiene mayor frecuencia de paso por encima de obstáculos artificiales llega a una media de 150 obstáculos por turno; y la que menos, 6,5



pero en cuanto al músculo trapecio sí se observaron diferencias significativas con respecto a ambas situaciones, manifestando así que el músculo, ante situaciones de esfuerzo creciente, responde a través de la señal eléctrica con un aumento de la activación de nuevas fibras musculares y con aumento de la frecuencia de pulsaciones de las unidades motoras del mismo. Además, esta activación se registra de forma brusca y rápida.

Los resultados del estudio y comparación de los grupos A y B de conductores de las distintas líneas (cinco en el grupo A y seis en el B), con respecto

al absentismo por causa de daños a la salud, ofrecen diversas lecturas que denotan la imposibilidad de concluir con certeza si entre uno y otro grupo existen diferencias significativas que indiquen si el grupo A resulta mayormente afectado o no.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten disponer de una valiosa información que apunta hacia conclusiones que, en este caso, no pueden ser categóricas.

Con respecto al registro EMG, queda claro que el músculo trapecio aumen-

ta su activación de forma significativa cuando el conductor pasa por encima de obstáculos artificiales de la vía pública, no siendo así con el registro del músculo cuadrado. Ello no está exento de grandes limitaciones por varios conceptos tales como que este es un estudio piloto y pionero, por lo que no se dispone de datos de referencia ni de otros datos sobre los que establecer comparaciones o conclusiones de mayor peso; o de que el registro sólo compete a dos músculos bilaterales y, de este modo, desconocemos el registro EMG que podría registrarse en otros músculos probablemente afectados al realizarse el paso por los obstáculos.

Con respecto al estudio de absentismo de los grupos A y B de conductores, resulta muy complejo establecer comparaciones dado que no se dispone del cien por cien de información debido a lo difícil que resulta averiguar las causas de IT de los trabajadores, así como la reincidencia de casos en un número pequeño de conductores que impide otorgar cifras fiables al total del grupo de conductores de una línea en concreto. Además, pueden existir problemas osteomusculares no registrados, u otras causas que sean fuente importante de absentismo, que dificulten también el análisis de los datos; por lo tanto, llegar a concluir que una línea es más propicia que otra para que existan daños a la salud y, en particular, de origen osteomuscular, no es posible de forma categórica.

A pesar de ello, sí se podría decir que en el grupo A se produce un mayor número de casos OM en la línea con mayor número de pasos (la 4), y en alguna otra línea (la 5) es reseñable también el número de casos OM con referencia al de IT; sin embargo, la línea 3 (con número muy alto de pasos) no registra números altos de casos OM y los de IT se podrían ver alterados por cúmulo de casos en un solo trabajador. Esto último sucede en la línea 1 del grupo A y en las 1 y 2 del grupo B, lo que en estos casos puede dificultar aún más la extrapolación de conclusiones con respecto a ellos.

En general, y a pesar de todo, podría parecer que en el grupo A parecen acumularse más casos OM, dado que en el análisis Nº casos/conductor de cada grupo se obtiene para el grupo A 2,9 casos IT/conductor y 0,57 casos OM/conductor, mientras en el B se obtiene 3,16 casos IT/conductor y 0,54 casos OM/conductor. Esto significa que las diferencias no son significati-

■ **Tabla 2** ■ **GRUPO A**

NÚMERO LÍNEA	NÚMERO CASOS IT	NÚMERO CASOS OM	NÚMERO PASOS	NÚMERO CONDUCTORES
1	38 (14)	10 (7)	82,5	14
2	38	4	66,5	19
3	74 (10)	6 (1)	90,25	20
4	86 (11/10)	20(-/4)	150	28
5	22	11	60,5	8

■ **Tabla 3** ■ **GRUPO B**

NÚMERO LÍNEA	NÚMERO CASOS IT	NÚMERO CASOS OM	NÚMERO PASOS	NÚMERO CONDUCTORES
1	33 (11/9)	6	6,5	9
2	34 (13/11)	11	7,5	6
3	18	4	13,6	12
4	43	7	11,6	16
5	87	9	17,5	25

**Nota:** entre paréntesis aparece el número de procesos acumulados por un solo conductor en este periodo. En el caso de dos conductores que acumulan procesos, se indica un separador dentro del paréntesis. En la columna OM se ofrece la cifra correspondiente a tales conductores de procesos OM entre paréntesis si procede.

**Legenda:**

Nº casos IT: nº casos de IT recogidos en el grupo de conductores asignados durante el periodo 2003-2007

Nº Línea: nº asignado para el estudio que no se corresponde con el nº real de la línea

Nº casos OM: nº casos del que se tiene la certeza que fue por motivos osteomusculares.

Nº Pasos: nº medio de obstáculos por jornada de 1 conductor.

Nº conductores: nº conductores asignados a la línea y que entraron en el estudio.

vas pero que en el grupo A, ante un menor nº de casos IT/conductor, existe un mayor nº casos OM/conductor con respecto al B.

Finalmente, hay que mencionar que el registro EMG demuestra un claro aumento de la actividad muscular cada vez que el conductor supera un obstáculo, el cual es de instauración rápida y brusca, lo que podría desembocar

en fatiga muscular y/o en algún trastorno musculoesquelético. Con el fin de profundizar en todo ello y para obtener conclusiones más certeras, sería necesario desarrollar un estudio a mayor escala a raíz de este estudio piloto, que permitiera registrar EMG en más conductores y más grupos musculares.

El desarrollo normativo de la regulación de los reductores de velocidad



seguramente racionalizará el uso de los mismos, así como su estructura y dimensiones, de manera que sería previsible una armonización que disminuiría las posibles consecuencias que pudieran tener sobre el sistema musculoesquelético de los conductores. Tal vez sería aconsejable proceder a realizar un nuevo estudio similar al presente

con el paso del tiempo y una vez estuvieran instaurados los reductores de velocidad acondicionados a la citada normativa.

Asimismo, se pone de manifiesto, una vez más, la importante labor de vigilancia epidemiológica que deberían desarrollar los servicios de prevención

y, en particular, los servicios de vigilancia de la salud de las empresas, con el fin de obtener la máxima información posible sobre las causas de daños a la salud que sufren los trabajadores, con el objetivo de establecer causalidades y mejorar la gestión de la prevención de riesgos en las empresas.

#### **Agradecimientos:**

**Agradecemos a Héctor Saro Ots, Coordinador del Servicio de Prevención de TUSGSAL; a Javier Rodríguez Luna, Técnico del Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de TUSGSAL; y a Joaquín Pérez Nicolás y Alfredo Álvarez Valdivia, del Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, su aportación en el estudio realizado. ●**

El desarrollo normativo de la regulación de los reductores de velocidad seguramente racionalizará el uso de los mismos, así como su estructura y dimensiones