



# Estudio realizado en una cadena de montaje de automóviles para determinar los posibles factores de riesgo asociados a las lesiones por microtraumatismos repetitivos(\*)

## SUMARIO

*En las dos últimas décadas, las lesiones por microtraumatismos repetitivos han cobrado gran importancia en las sociedades industriales modernas debido al porcentaje de incidencias y prevalencias.*

*A pesar de que hoy en día se cuenta con una gran variedad de métodos que se han desarrollado para el análisis de puestos de trabajo y prevención de riesgos asociados a las lesiones anteriormente mencionadas, puede afirmarse que no existe ningún método que realice un análisis integral del puesto de trabajo.*

*Conscientes de esta carencia y con la intención de proveer algún medio para satisfacerla, se presentan los resultados obtenidos en la primera fase de aplicación de un método de valoración de puestos de trabajo (futuro Método Opel), la cual se centró en la evaluación de la repetitividad para determinar los posibles factores de riesgo asociados a las lesiones por microtraumatismos repetitivos en una cadena de montaje de automóviles.*

**Palabras clave:** Microtraumatismos repetitivos, ergonomía, métodos de evaluación.

ALMA GIRAUD LOYO  
FELIPE GONZÁLEZ RODRÍGUEZ  
*Área de Ingeniería de Proyectos de la  
Universidad de Zaragoza*

VÍCTOR ALCALDE LAPIEDRA  
*Departamento de Prevención  
Opel España, S. A.*

## INTRODUCCIÓN

Los avances en los campos de seguridad y prevención de riesgos laborales y la tecnología actual han conseguido disminuir y, en algunos casos, eliminar los padecimientos clásicos de la salud laboral en los puestos de trabajo de las industrias modernas.

Sin embargo, tras lograr estos progresos, se han puesto de manifiesto

(\*) Este artículo es el resumen del trabajo presentado a la Fundación MAPFRE como resultado final de la investigación desarrollada durante el año 1998 a raíz de una beca concedida en la convocatoria Fundación MAPFRE-Universidad de Zaragoza, 1997-1998.

patologías de origen laboral conocidas desde siglos atrás, pero que, por su menor gravedad, habían permanecido en la penumbra y que, debido al porcentaje de incidencias y prevalencias, han cobrado gran importancia en las sociedades industriales modernas por las cuantiosas pérdidas económicas que provocan, tanto en el ámbito social-laboral (absentismo, jubilación anticipada, calidad, productividad, etc.) como en el terreno sanitario (pérdida de salud, incapacidad, tratamiento médico, rehabilitación, etc.).

Tales patologías son conocidas como «lesiones por esfuerzos repetidos» (repetition strain injuries) y se derivan de la inadecuada concepción ergonómica de los puestos de trabajo, tanto por microtraumatismos repetitivos como por posturas incorrectas y sobre-esfuerzos.

Hoy en día el trabajo está condicionado en su mayor parte por una tecnología que se caracteriza por la simplificación y repetitividad de las tareas, lo cual no conduce a lograr un estado físico-psíquico óptimo. Ésta es la realidad de muchos trabajos, donde, día a día, las diferentes estructuras corporales del empleado están expuestas a sollicitaciones mecánicas variadas en intensidad y duración, lo cual genera una determinada carga ergonómica en cada parte de la estructura anatómica que, de no ser compensada, provocará a corto o a largo plazo (en función de las capacidades individuales) una lesión causada por movimientos repetitivos.

*Hoy en día el trabajo está condicionado en su mayor parte por una tecnología que se caracteriza por la simplificación y repetitividad de las tareas, lo cual no conduce a lograr un estado físico-psíquico óptimo.*

La compleja y multifactorial naturaleza de estas lesiones, limitan la efectividad de los métodos de evaluación de puestos de trabajo utilizados habitualmente como herramienta de prevención, pues estos métodos han llegado a valorar como «exentos de riesgos» puestos en los que los trabajadores presentan síntomas compatibles con las enfermedades causadas por alteraciones de tipo repetitivo.

Por consiguiente, cada vez se plantea de forma más imperiosa la necesidad de contar con un método de evaluación de tareas que permita caracterizar, de manera objetiva, las condiciones del puesto de trabajo y la tarea que en él se realiza para poder determinar los posibles factores de riesgo, y así detectar las características que originan unas consecuencias adversas para la salud y seguridad del trabajador, y efectuar las acciones correctoras que correspondan con objeto de conseguir técnicas y puestos de trabajo seguros, saludables y productivos.

Consciente de esta necesidad y con la intención de proveer algún medio para satisfacerla, se desarrolló un proyecto de investigación, cuyo objetivo, para esta primera fase ha sido aplicar un método de valoración de puestos de trabajo (futuro Método Opel), centrado el estudio en la evaluación de la repetitividad para determinar los posibles factores de riesgo asociados a las lesiones por microtraumatismos repetitivos en una cadena de montaje de automóviles.

Dicho proyecto de investigación ha contando con la colaboración de la Fundación MAPFRE, el Área de Ingeniería de Proyectos del Centro Politécnico Superior de la Universidad de Zaragoza, el Departamento de Prevención de la empresa Opel España, S. A., y del Instituto de Ergonomía MAPFRE, S. A.

## CARACTERÍSTICAS DEL MÉTODO

El método diseñado cuenta con las siguientes características:

- Aplicable a situaciones reales en el entorno industrial.
- Está orientado a trabajos con ciclo corto, repetitividad y elevada frecuencia.
- No requiere de equipos y/o técnicas de análisis complejos y es sencillo de utilizar.
- Integra las diferentes variables que pueden penalizar las condiciones ergonómicas de un puesto de trabajo (como la frecuencia, el tiempo de exposición, la postura, la carga física y

las características de las herramientas) con objeto de obtener una valoración de la carga ergonómica asociada a tareas o puestos de trabajo (a través del procesamiento matemático de la información recogida en campo en el mismo puesto de trabajo).

## MATERIAL Y MÉTODO DE ESTUDIO

Para cumplir con el objetivo propuesto, el protocolo utilizado fue el siguiente:

### Fase preliminar

A grandes rasgos, esta fase incluye una extensa revisión bibliográfica de los temas que involucra el proyecto, lo cual sirvió de base para la elaboración del esquema inicial, el establecimiento de los criterios para la toma de datos en campo y de los fundamentos teóricos que sustentan el estudio. Asimismo comprende un período de familiarización con el método de evaluación de puestos aplicado.

### Estudio de campo

Se apoyó en una hoja o plantilla de recogida de datos. Fue realizado en la planta de fabricación de automóviles Opel España, S. A.

Las áreas de estudio seleccionadas pertenecen al Edificio 31: Montaje (TRIM) y Acabado Final (CAR). La justificación de la elección radica en que:

*El entrenamiento o la cualificación para realizar la tarea influye directamente en el nivel de riesgo de lesión, y cuanto mayor sea la duración de la exposición, en minutos por día y en número de años, mayor será el riesgo de lesionarse.*



*El estudio se hizo mediante observación directa del operario en el puesto de trabajo.*

– Se trata de dos áreas donde la incidencia y prevalencia de lesiones por microtraumatismos repetitivos, con relación a otras áreas de la factoría, es bastante más alta.

– Los puestos de trabajo que las constituyen encajan perfectamente con la orientación del método de Valoración de puestos utilizado (futuro Método Opel), pues se trata de trabajos con ciclo corto, repetitividad y elevada frecuencia. Por lo mismo, son puestos en los que la carga ergonómica puede constituir uno de los aspectos fundamentales de salud ocupacional.

#### *Crterios de seleccin/exclusin*

En este estudio se optó por trabajar únicamente con los turnos de mañana y tarde debido a que el contenido y organización del trabajo en dichos turnos es similar y a que los trabajadores que desempeñan los mismos rotan semanalmente entre sí.

El turno de noche fue descartado porque los trabajadores de este turno tiene estancias prolongadas en el mismo (aprox. tres meses), o bien están adscritos de forma permanente.

Además, el contenido, la velocidad y organización del trabajo difiere con relación a los turnos de mañana y tarde.

#### *Análisis de los puestos*

Sentados los precedentes anteriores y establecidos los criterios para la aplicación del Método de Valoración de Puestos, se comenzó el proceso de análisis de los puestos en campo, el cual:

– Partió de la identificación (mediante las encuestas epidemiológicas de lesiones) de aquellos puestos de trabajo en los cuales se produjo alguna lesión de tipo ergonómico durante el período que comprendió el análisis (1998).

– Se enfocó básicamente a las posiciones adoptadas por los miembros superiores y por la columna (columna cervical y columna lumbar).

– Se hizo mediante observación directa del operario en el puesto de trabajo, sin la utilización de cámara de vídeo ni cronómetro (buscando un comportamiento natural del operario,

lo cual incide directamente en la fiabilidad de los datos recogidos).

– Recogió las posturas básicas adoptadas por el trabajador durante la realización de la operación, así como la repetitividad de movimientos, las herramientas y útiles empleados y las cargas manejadas (captura de los micromovimientos).

Se estudiaron siete secciones del edificio 31: dos pertenecientes al área de montaje final (TRIM), y las otras cinco, al área de acabado final (CAR), sumando un total de 576 operarios y 95 operaciones analizadas.

#### **Procesamiento de datos**

A los datos recogidos en campo se les aplicó un proceso matemático y estadístico, haciendo uso de herramientas ofimáticas.

Con objeto de facilitar el tratamiento matemático de los datos recogidos en campo se hizo uso de los siguientes programas informáticos:

- Excel V.7.0.
- Kaleida Graph V.3.07.

Con la ayuda de este programa se generó una base de datos para cada uno de los equipos analizados (de las diferentes secciones) en la cual se volcó toda la información relacionada con la población y las operaciones estudiadas.

Lo anterior permitió identificar (en función de la repetitividad) las posturas y movimientos que son representativos del contenido de trabajo, desechando aquellos que no lo son.

Kaleida graph V.3.07

Una vez completada la base de datos y seleccionadas las posturas y movimientos representativos del contenido de trabajo, se procedió al análisis estadístico de los mismos.

El proceso seguido con la información obtenida comprendió la caracterización de la población en estudio y la de las operaciones estudiadas.

Para realizar el análisis comparativo de los resultados obtenidos, y de este modo determinar los posibles factores de riesgo asociados a lesiones por microtraumatismos repetitivos, se designó como Grupo Control al equipo 4 de la sección 3004, debido a que, de acuerdo con los registros de la base de datos del Dpto. de Prevención de la empresa Opel España, en dicho equipo no hay encuestas epidemiológicas relacionadas con lesiones de tipo ergonómico durante el año 1998.

**RESULTADOS**

**Caracterización de la población en estudio**

Los resultados que se obtuvieron del análisis estadístico, de las diferentes características que son propias de la población con la que se trabajó, reflejan que dos de las siete secciones analizadas representan el 41 por 100 de la población total.

A pesar de que, en una misma sección, el número de operarios entre un turno y otro varía, haciendo un recuento del número total de trabajadores, el turno B únicamente tiene dos empleados más (289) que el turno A (287).

La mayoría de los operarios que trabajan en las diferentes secciones estudiadas son varones (93,5 por 100), lo cual se atribuye a que hace un par de generaciones era más común que la mujer se dedicara a las labores del hogar. Correspondiéndose con lo anterior: el rango de edad que predomi-

*Existen diversos factores (propios del trabajo y de la persona) que potencian o favorecen la aparición de lesiones por microtraumatismos repetitivos en la población laboral.*

En cuanto a la altura y la edad, los rangos de mayor frecuencia son 170-175 cm (con una media de 169,4 cm) y 70-75 kg. (con un mínimo de 44 kg. y un máximo de 120 kg.), respectivamente.

**Caracterización de las operaciones estudiadas**

Esta etapa comprendió el análisis de las diferentes variables asociadas a las tareas estudiadas. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

**- El tiempo de duración de cada una de las operaciones estudiadas.**

En el figura 2 puede verse claramente que el tiempo ciclo medio (38,6 s) del grupo control (equipo 4 - sección 3004), no supera la media de los tiempos ciclo promedio (51,6 s) de todos los equipos de las diferentes secciones estudiadas.

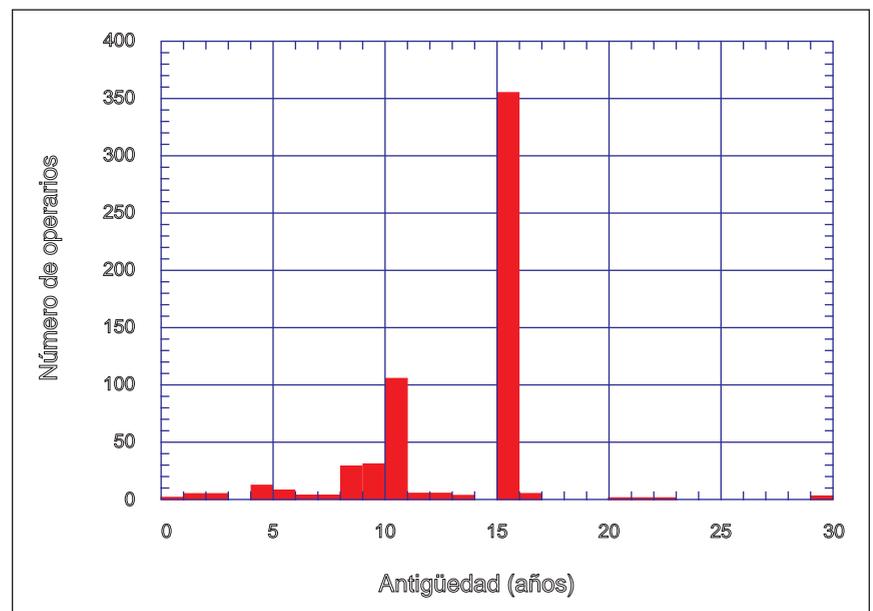
**- Análisis de las encuestas epidemiológicas de lesiones de tipo ergonómico asociadas a las secciones estudiadas.**

El número total de encuestas epidemiológicas de lesión de tipo ergonómico que se produjeron durante 1998 en las secciones estudiadas fueron 29, de las cuales, atendiendo al sexo del trabajador, las mujeres presentaron ratios de incidencia de lesiones despreciables con relación a los de los hombres (3,4 por 100 frente al 96,6 por 100).

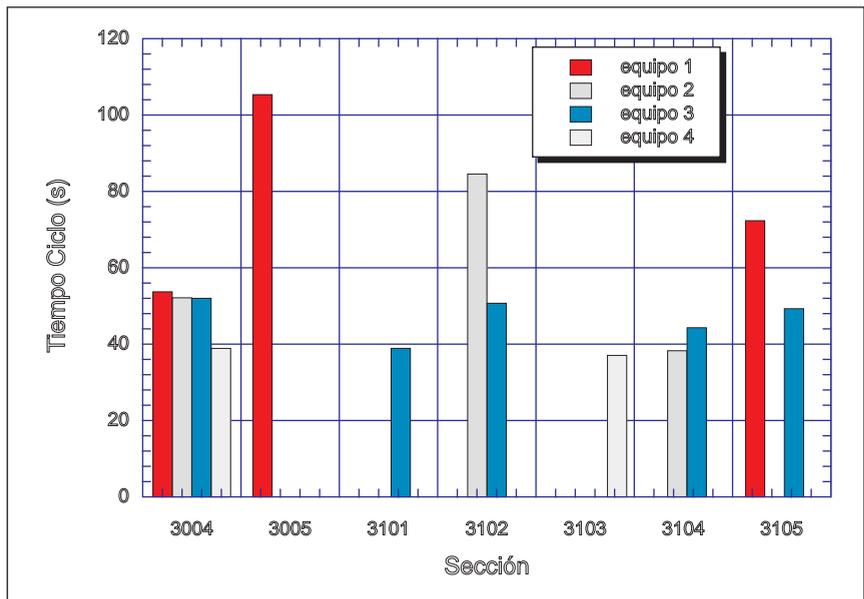
El mayor número de lesionados pertenece al grupo de operarios que llevan trabajando en la línea de montaje de 15 a 16 años y se encuentran en-

na está entre los 35 y 40 años, siendo la media de 40,9 años, con una desviación estándar de 7,5. En cuanto a la antigüedad, el grupo dominante lo forman los operarios que llevan trabajando en la planta entre 15 y 16 años (Fig. 1).

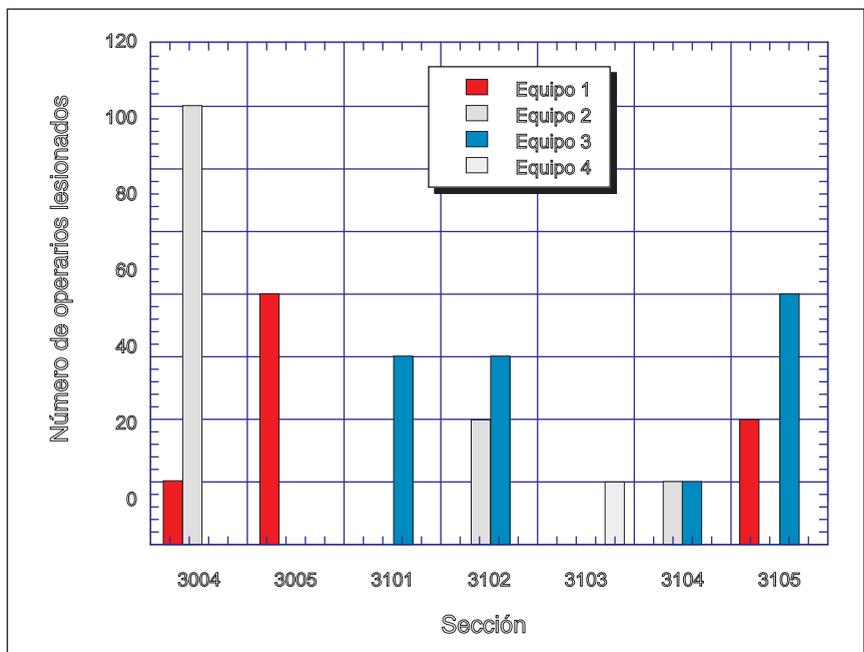
**FIGURA 1. Número de operarios, por antigüedad, que conforman las diferentes secciones estudiadas**



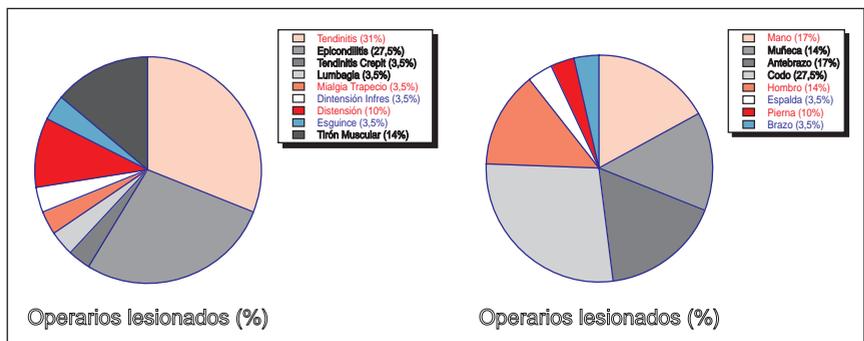
**FIGURA 2. Tiempo ciclo medio de los equipos de las diferentes secciones estudiadas**



**FIGURA 3. Número de operarios lesionados, clasificados por equipos y por secciones.**



**FIGURAS 4 y 5. Porcentaje de operarios lesionados clasificados por el tipo y lugar de la lesión.**



entre los 37 y 42 años. Sin embargo, aunque en mucho menor número (2), hay operarios que a pesar del poco tiempo que llevan trabajando en la cadena (un año) se han lesionado. Lo anterior demuestra que el entrenamiento o la cualificación para realizar la tarea influye directamente en el nivel de riesgo de lesión y que cuanto mayor sea la duración de la exposición, en minutos por día y en número de años, mayor será el riesgo de lesionarse.

El porcentaje o número de empleados lesionados de las secciones estudiadas es mayor en el turno A (52 por 100) que en el B (48 por 100). Sin embargo, numéricamente, esta diferencia no es considerable (un operario), lo cual puede deberse a que, semanalmente, los turnos rotan entre sí.

La sección con mayor número de lesionados es la 3004 (puertas delanteras), lo cual puede explicarse por el hecho de que en dicha sección se reubican operarios que han sufrido alguna lesión, principalmente de tipo ergonómico, por lo cual la gran mayoría de los trabajadores que la conforman están más propensos a lesionarse o a tener una posible recaída. Dentro de esta sección, el equipo 2 es el que tiene un mayor número de lesionados (Fig. 3), lo cual puede estar estrechamente relacionado con los razonamientos anteriores, o bien con el número, tipo e intensidad de sollicitaciones articulares que las diferentes operaciones de dicho equipo demandan al trabajador.

En cuanto al tipo de lesiones y a las estructuras anatómicas mayormente lesionadas (Figs. 4 y 5), se encontró que las lesiones que presentan los operarios de las secciones analizadas son aquellas que afectan principalmente a codos (epicondilitis), hombros, antebrazos, muñecas y manos (tendinitis / tirones musculares).

El porcentaje de operarios que causaron baja (3,5 por 100), con relación al de los operarios que no la causaron (96,5 por 100) no es representativo, lo cual, en primera instancia, haría pensar que quizá los operarios acudieron al médico en la fase en que la lesión empieza a hacerse presente, por lo que su grado de gravedad y el daño ocasionado es pequeño.

Sin embargo, esto no querrá decir que se le debe prestar poca importancia a la lesión o dejarla en el olvido. Al contrario, deberá dársele la atención adecuada y el tiempo suficiente para su curación, de lo contrario podría producirse un deterioro en los tejidos y/o una posible recaída.

Los meses en los que se produjeron mayor número de lesiones fueron mayo (4) y junio (7). Este hecho puede

deberse a que se trata de meses de transición y adaptación del organismo del operario al cambio de horario y a los cambios climáticos, ya que con la entrada de la primavera y el verano el calor empieza a intensificarse. Asimismo, el número de horas con luz solar es mayor que en los meses de otoño e invierno.

Todos estos factores pueden alterar el biorritmo del operario, variando el número de horas de sueño y la calidad del mismo, lo cual influye directamente en el rendimiento en el trabajo.

Los días de la semana en los que se produjeron mayor número de lesiones fueron lunes (9) y viernes (7), lo cual puede deberse a que el lunes inicia la semana laboral y es probable que el operario se encuentre fuera de ritmo tras un fin de semana de descanso, y el viernes, el operario desvía su atención del trabajo al estar próximo el fin de semana y tener el cansancio acumulado de los cuatro días anteriores.

Con relación al domicilio, el porcentaje de operarios lesionados que viven en ciudad (Zaragoza) es casi tres veces mayor (72,5 por 100) que el de los

*El entrenamiento o la cualificación para realizar la tarea influye directamente en el nivel de riesgo de lesión y que cuanto mayor sea la duración de la exposición, en minutos por día y en número de años, mayor será el riesgo de lesionarse.*

lesionados que viven en pueblo (27,5 por 100).

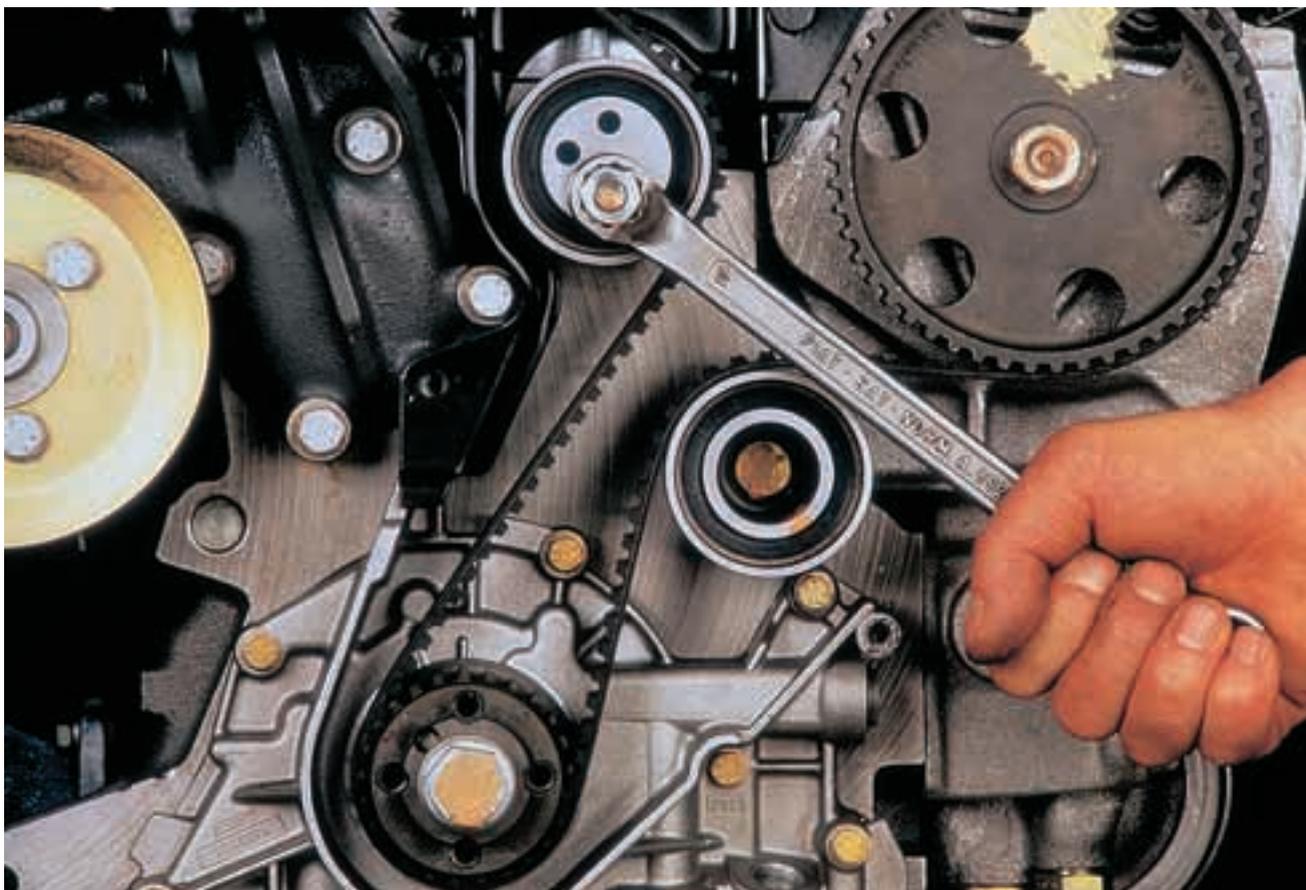
– **Análisis descriptivo de las posturas adoptadas por los miembros superiores y por la columna (cervical y lumbar).** Se basó en la repetitividad de las diferentes posturas y movimientos de hombros, codos, muñecas, manos y columna durante la realización de cada una de las tareas estudiadas.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que, las lesiones que se produjeron en las diferentes regiones anatómicas (hombros, codos, muñecas, manos) pueden estar relacionadas con los siguientes factores de riesgo:

- La repetitividad de movimientos.
- Las posturas adoptadas (que en algunos casos quizá sean causantes de esfuerzos estáticos o rebasen los ángulos de confort articular).
- El ritmo y la velocidad de trabajo.
- Las sollicitaciones articulares (intensidad, frecuencia y tiempo de exposición).
- El nivel de fuerza.
- Los factores personales (edad, sexo, constitución física, salud general,



Se recogieron todas las posturas básicas adoptadas por el trabajador durante la realización de la operación, incluidos los movimientos repetitivos, herramientas y útiles empleados y las cargas manejadas.



Los resultados obtenidos en el estudio llevado a cabo ponen de manifiesto que existen diversos factores (propios del trabajo y de la persona) que potencian o favorecen la aparición de lesiones por microtraumatismos repetitivos en la población laboral.

antigüedad en el puesto, carga mental, forma de manipular las cargas, etc.).

- La manipulación de cargas (tipo, peso y repetitividad).
- El uso de herramientas (tipo de empuñadura, posible transmisión de vibraciones, etc.).

– **Análisis de las condiciones mentales-psicosociales de los diferentes puestos estudiados.** Se detectó que el operario se enfrenta a puestos en los cuales: el trabajo es predominantemente repetitivo, tiene que memorizar varias operaciones (a realizar en cada ciclo), trabaja con objetos pequeños (tornillos, grapas, tapones, etc.) y no mantiene responsabilidad sobre la seguridad ni tiene capacidad para organizar su propio trabajo.

Así, la presencia de los factores anteriores (aspectos del contenido de trabajo) tendrá una influencia directa sobre la personalidad, vida social y desempeño del operario en el trabajo.

– **Identificación de las regiones anatómicas de mayor uso.** Los resultados del estudio llevado a cabo indican que las regiones anatómicas de

mayor uso, en el desarrollo de las diferentes operaciones analizadas, son las siguientes (de mayor a menor frecuencia de uso): mano, muñeca, columna lumbar, columna dorsal, cuello, codo y hombro.

– **Análisis de las condiciones ambientales e higiénicas de los puestos de trabajo.** El nivel de ruido (76-85 dB, en función de la sección) se encuentra dentro del rango de valores que permite la legislación vigente. Las oscilaciones de temperatura entre las diferentes secciones son mínimas, manteniéndose la temperatura entre los 23 y 24 °C. Todas las operaciones estudiadas se desarrollan en un entorno donde la iluminación es artificial (dependiendo de la sección, puede oscilar entre 50 y 400 luxes).

En cuanto al entorno, ni la altura del trabajo, ni la superficie ni la localización de las herramientas es adaptable. Sólo un 6,3 por 100 de las operaciones analizadas (95) tienen un tiempo ciclo menor a 30 segundos.

De las herramientas utilizadas en el desarrollo de las diferentes operaciones, pocas son con vibración y empuñadura metálica (básicamente pistolas). La gran mayoría son de prensión

y todas tienen un peso menor a 4 kg. Sin embargo, no puede decirse lo mismo de las cargas que los operarios manejan y/o manipulan, pues hay algunas que sobrepasan los 4 kg, (ejemplo revestimiento -forro- del paragolpes delantero; 6,2 kg, y paragolpes; 3,2-5,8 kg).

Los accidentes que se producen en las secciones estudiadas están relacionados principalmente con patologías músculo-tendinosas, cortes y caídas de objetos.

Con relación a las protecciones, todos los operarios utilizan obligatoriamente zapatos de seguridad, no haciéndose necesario el uso de protecciones auditivas, pues, como se mencionó, el nivel de ruido no sobrepasa los valores máximos permitidos por la legislación vigente; asimismo utilizan guantes y/o gafas durante el desarrollo de las operaciones, dependiendo de las mismas.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el estudio llevado a cabo, ponen de manifiesto que existen diversos factores (pro-

prios del trabajo y de la persona) que potencian o favorecen la aparición de lesiones por microtraumatismos repetitivos en la población laboral.

Centrando la atención en el caso analizado: *una cadena de montaje de automóviles* se detectó que las regiones anatómicas que están más propensas a lesionarse son: codos, antebrazos, manos, muñecas y hombros; siendo las extremidades derechas las que mayor riesgo presentan (por el alto porcentaje de personas diestras).

Una vez detectados los posibles factores de riesgo, se prevé hacer un estudio más detallado con objeto de identificar, en cada caso que se analice, cuáles de ellos son los que tienen mayor incidencia y el grado de la misma en la producción de lesiones por movimientos repetitivos. Para ello se determinará con la mayor exactitud posible:

- La duración de cada una de las posturas adoptadas por el trabajador (tomando como base las que figuran en la Hoja de recogida de datos del método aplicado).
- El tiempo de exposición.
- La repetitividad de los ciclos generales.
- La intensidad, nivel de esfuerzo y frecuencia que demandan las diferentes sollicitaciones articulares.
- Los ángulos que forman los segmentos corporales de interés.

*Los resultados obtenidos abren una perspectiva para la prevención y disminución del riesgo de lesiones por movimientos repetitivos. Sin embargo, esto es sólo un primer paso en el camino a lograr la mejora de las condiciones de trabajo a través de la disminución de riesgos que entrañan los trabajos repetitivos.*

- Aspectos que involucra la manipulación de cargas (posiciones inicial y final, nivel de control, ángulo de asimetría, facilidad de agarre, tipo y peso de la carga, etc.).

Finalmente, se considera importante mencionar que los resultados obtenidos abren una perspectiva para prevención y disminución del riesgo de lesiones por movimientos repetitivos. Sin embargo, esto es sólo un primer paso en el camino a lograr la mejora de las condiciones de trabajo a través de la disminución de riesgos que entrañan los trabajos repetitivos.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- (1) ARMSTRONG, T. J. (1986): *Upper Extremity posture: definition, measurement and control*, en CORLETT, N. / WILSON, J., y MANENICA, The ergonomics of working postures, Taylor & Francis, Londres, pp. 59-73.
- (2) CORLETT, E. N. (1981): *Pain, posture and performance. Stress, work design and productivity*, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- (3) CORLETT, E. N. (1994): *The evaluation of posture and its effects*, en SELAN, J. L., *The advanced ergonomics*, CPE Editor, Dallas, Texas, pp.662-699.
- (4) CORLETT, E.N.; WILSON, J., y MANENICA, I. (1986): *The ergonomics of working postures*, Taylor & Francis, Londres.
- (5) CHAFFIN, DON B., y ANDERSSON, GUNNAR B. J. (1991): *Occupational Biomechanics*, John Wiley & Sons, Inc., 2.ª ed., USA.
- (6) GUÉLAUD, F., et al. (1975): *Para un análisis de las condiciones del trabajo obrero en la empresa. Método LEST*, Centro Nacional de Investigación Laboratoire d'Économie et de Sociologie de Travail.
- (7) HAGBERG, M.; SILVERSTEIN, B.; WELLS, R.; SMITH, M. J.; HENDRICK, H. W.; CARAYON, P., y PÉRUSSE, M. (1995): *Work related musculoskeletal disorders (WMSDs): A reference book for prevention*, Taylor & Francis Ltd, Londres.
- (8) HEINSALMI, P. (1986): *Method to measure working posture loads at working sites (OWAS). The Ergonomics of working postures*, Taylor & Francis Ltd, Londres.
- (9) KEYSERLING, W. M., y AMSTRONG T. J. (1992): *Job evaluation procedures to identify ergonomic stress*, en HASLEGRAVE; WILSON; CORLETT y, MANENICA: *Work design in practice*, Taylor & Francis Ltd, Londres, pp.103-109.
- (10) KILOMB, A.; PERSSON, J. y, JONSSON, B. (1986): *Risk factors for work-related disorders of the neck and shoulder.*

*With special emphasis on working postures and movements*, en CORLETT, N.; WILSON, J. y, MANENICA, I.: *The ergonomics of working postures. Models, methods and cases*, Taylor & Francis Ltd, Londres, pp.44-53.

- (11) LIFSHITZ, Y., y AMSTRONG, P. (1986): *A design checklist for control and prediction of cumulative trauma disorder in hand intensive manual job*, *Proceedings of the 30<sup>th</sup> annual meeting of human factors society*, pp.837-841.
- (12) NAO INDUSTRIAL ENGINEERING MANUFACTURING ERGONOMICS LAB. (1995): *Limits on the daily exposure of individuals to potentially damaging physical activity*, PDPAs, PELS.
- (13) PUTZ-ANDERSON, VERN (1988): *Cumulative trauma disorders: A manual for musculoskeletal diseases of the upper limbs*, Taylor & Francis Ltd., Londres.
- (14) AARAS, A.; WESTGAARD, R. H., y STRANDEN, E. (1988): «Postural angles as an indicator of postural load and muscular injury in occupational work situations», *Ergonomics*, Vol. 31, núm. 6, pp. 915-933.
- (15) ANDERSON, A.; NORDGREN, B. y, HALL, J. (1996): «Measurements of movements during highly repetitive industrial work», *Applied Ergonomics*, Vol. 27, núm. 5, pp. 343-344 .
- (16) BAO, SHIHAN; MATHIASSEN, SVEND ERIK y, WINKEL, JORGEN (1996): «Ergonomic effects of a management-based

*En una cadena de montaje de automóviles se detectó que las regiones anatómicas que están más propensas a lesionarse son: codos, antebrazos, manos, muñecas y hombros; siendo las extremidades derechas las que mayor riesgo presentan (por el alto porcentaje de personas diestras).*



En este estudio se optó por trabajar con los turnos de mañana y tarde debido a que el contenido y organización del trabajo en dichos turnos es similar y que estos trabajadores rotan semanalmente entre sí.

- rationalization in assembly work-a case study», *Applied Ergonomics*, Vol. 27, núm. 2, pp. 89-99.
- (17) BJELLE, A.; HAGBERG, M. J. y, MICHAELSSON, G. (1973): «Occupational and individual factors in acute shoulder-neck disorders among industrial workers», *British J. of Indust. Med.*, 15(4), pp.346-354.
- (18) BJÖRKMAN, TORSTEN (1996): «The Rationalisation Movement in perspective and some ergonomic implications», *Applied Ergonomics*, Vol. 27, núm. 2, pp. 111-117.
- (19) CORLETT, E. N. y, BISHOP, R. P. (1976): «A technique for assessing postural discomfort», *Ergonomics*, Vol. 19, núm. 2, pp. 175-182.
- (20) CHAFFIN, DON B. (1973): «Localized Muscle Fatigue. Definition and Measurement», *J. Occup. Med.*, 15(4), pp.346-354.
- (21) DEAKIN, J. M., et al. (1994): «The use of the Nordic Questionnaire in an industrial setting: a case study», *Applied Ergonomics*, Vol. 25, núm. 3, pp. 182-185.
- (22) DIMBERG, L. (1987): «The prevalence and causation of tennis elbow (lateral humeral epicondylitis) in a population of workers in an engineering industry», *Ergonomics*, Vol. 30, núm. 3, pp. 373-380.
- (23) EKLUND, JÖRGEN A. (1995): «Relationships between ergonomics and quality in assembly work», *Applied Ergonomics*, Vol. 26, núm. 1, pp. 15-20.
- (24) HÄGG, GÖRAN M.; ÖSTER, JOHN y, BYSTRÖM, SVEN (1997): «Forearm muscular load and wrist angle among automobile assembly line workers in relation to symptoms», *Applied Ergonomics*, Vol. 28, núm. 1, pp. 41-47.
- (25) HYMOVICH, L. y, LINDHOLM, M. (1966): «Hand, wrist, and forearm injuries: the result of repetitive motions», *J. Occup. Med.*, 8 (11), pp. 573-577.
- (26) INSTITUTE OF OCCUPATIONAL HEALTH y CENTRE FOR OCCUPATIONAL SAFETY (1992): «OWAS a method for the evaluation of postural load during work», *Training publication 11*, Helsinki.
- (27) KANT, I.; NOTERMANS, J. H. V. y, BORM, P. J. A. (1990): «Observations of working postures in garages using the Ovako working posture analysing system (OWAS) a consequent workload reduction recommendations», *Ergonomics*, Vol. 33, núm. 2, pp. 209-220.
- (28) KEYSERLING, W. M.; STETSON, D. S.; BROUWER, M., y, SILVERSTEIN, B. A. (1993): «A checklist for evaluating ergonomic risk factors associated with upper extremity cumulative trauma disorders», *Ergonomics*, Vol. 36, núm. 7, pp. 807-831.
- (29) KIVI, P., y, MARTTILA, M. (1991): «Analysis and improvement of work postures in the building industry: application of the computerised OWAS method», *Applied Ergonomics*, Vol. 22, núm. 1, pp. 43-48.
- (30) KUORINKA, I.; JONSSON, B.; KILBOM, A.; VINTERBERG, H.; BIERINGSORENSEN, F.; ANDERSSON, G. y, JORGENSEN, K. (1987): «Standardised Nordic Questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms», *Applied Ergonomics*, Vol.18, núm. 3, pp.233-237.
- (31) LUOPAJARVI, T.; KUORINKA, I.; VIROLAINEN, M. y, HOLMBERG, M. (1979): «Prevalence of tenosynovitis and other injuries of the upper extremities in repetitive work», *Scand. J. Work Environ and Health*, 5 (3), pp. 39-47.
- (32) NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH) (1981): «Work practices guide for manual lifting». *Tech Report*, Department of Health and Human Services, Cincinnati, OHIO, pp. 81-122.
- (33) SCOTT, GRAHAM B. y, LAMBE, NICOLA R. (1996): «Short Communication. Working practices in a perchery system, using the OVAKO Working posture Analysing System (OWAS)», *Applied Ergonomics*, Vol. 27, núm. 4, pp. 281-284.