

Prevención y evaluación de trastornos musculoesqueléticos y su relación con los movimientos repetitivos como factor de riesgo

Alfredo Álvarez Valdivia

Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. INSST

Los trastornos musculoesqueléticos constituyen uno de los daños de origen laboral con mayor prevalencia tanto a nivel nacional como europeo. Debido a su origen multifactorial y a las interacciones que se dan entre los factores de riesgo, su prevención y su evaluación es muy compleja, de forma que las metodologías existentes no son completas, sino que tienen un carácter parcial al estar focalizadas, cada una de ellas, en unos determinados factores. En este artículo se ofrece una visión global tanto de dichos trastornos como de su etiología, prestando especial atención a los movimientos repetitivos como uno de los varios factores de riesgo existentes que favorecen el desarrollo de estos trastornos. A lo largo de este documento se hace hincapié en la necesidad de adoptar una visión holística y de conjunto en su prevención y su evaluación, sin que ambas queden limitadas y reducidas a un único factor (fuerza aplicada, posturas forzadas, movimientos repetitivos, etc.), y, así mismo, se expone el estado de la cuestión, fruto del conocimiento científico técnico más reciente.

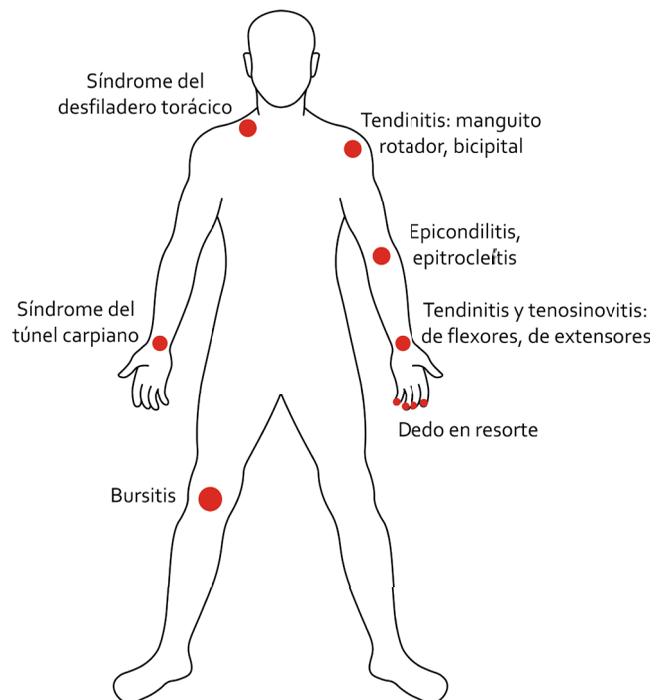
INTRODUCCIÓN

Bajo la denominación de trastornos musculoesqueléticos (TME, del inglés MSD «*musculoskeletal disorders*») se engloba todo el conjunto de daños a la salud que afecta a los huesos y a las partes blandas del aparato locomotor del cuerpo

humano, como son los músculos, los tendones, los ligamentos, los nervios, las articulaciones, los cartílagos o los vasos sanguíneos de los brazos, de las piernas, de la cabeza, del cuello o de la espalda. Si bien algunos síntomas específicos pueden conllevar dolor, rigidez, hinchazón, adormecimiento y cosquilleo (*National Institute for*

Occupational Safety and Health, 2012), de forma más genérica los daños a la salud pueden ir desde molestias, dolores leves y limitación de la movilidad hasta situaciones más graves que impliquen baja laboral o tratamiento médico, pasando por todo tipo de artritis, dolor lumbar, enfermedades óseas, reumatismos de partes

Figura 1 Localización de algunos TME que afectan a las extremidades corporales



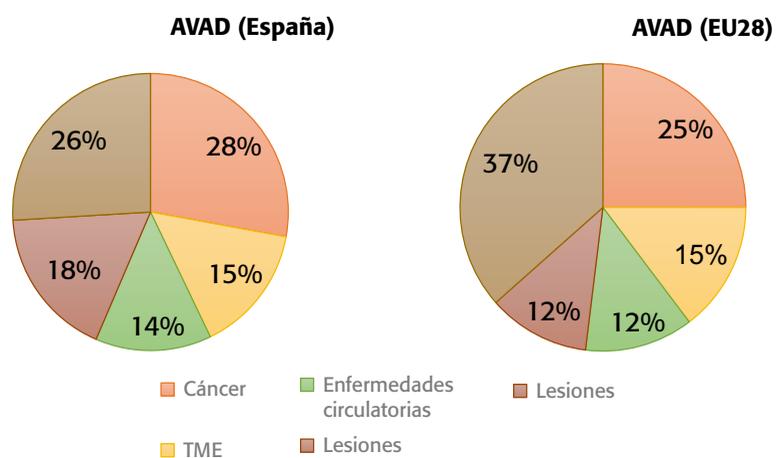
blandas con dolor regional o generalizado y enfermedades sistémicas del tejido conectivo (Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, grupo TME, 2018). En el extremo, podrían llegar a darse casos crónicos que generasen invalidez laboral e incapacidad permanente (Graveling *et al.*, 2021).

En particular, algunos de los daños más habituales que afectan a la espalda y a la columna vertebral son: cervicalgia, dorsalgia, lumbalgia, hernias del disco intervertebral, compresión de las raíces nerviosas, etc. En lo que respecta a las extremidades superiores e inferiores, algunos daños son (figura 1): tendinitis, tenosinovitis, epicondilitis, bursitis, mialgias, gangliones, neuropatías por presión (síndrome del túnel carpiano, síndrome del desfiladero torácico), etc.

Los TME pueden producirse en la realización de diferentes tareas en multitud de sectores laborales y constituyen un problema que afecta no solo a las personas trabajadoras, sino que también tienen consecuencias para las empresas, la economía y la sociedad, debido a que son una de las causas más habituales de baja por enfermedad, de discapacidad y de jubilación anticipada.

A pesar de los importantes recursos invertidos para su prevención, los TME relacionados con el trabajo siguen teniendo una elevada prevalencia en Europa. Según la encuesta europea sobre las condiciones de trabajo de 2015, aproximadamente tres de cada cinco trabajadores declaran padecer un TME, siendo los más frecuentes el dolor de espalda y el dolor en las extremidades superiores. Tres de los cuatro factores de riesgo identificados con mayor frecuencia en ESENER 3 (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, 2019) son riesgos de TME: «movimientos repetitivos de las manos o los brazos»,

Figura 2 Enfermedades laborales más importantes respecto de los AVAD

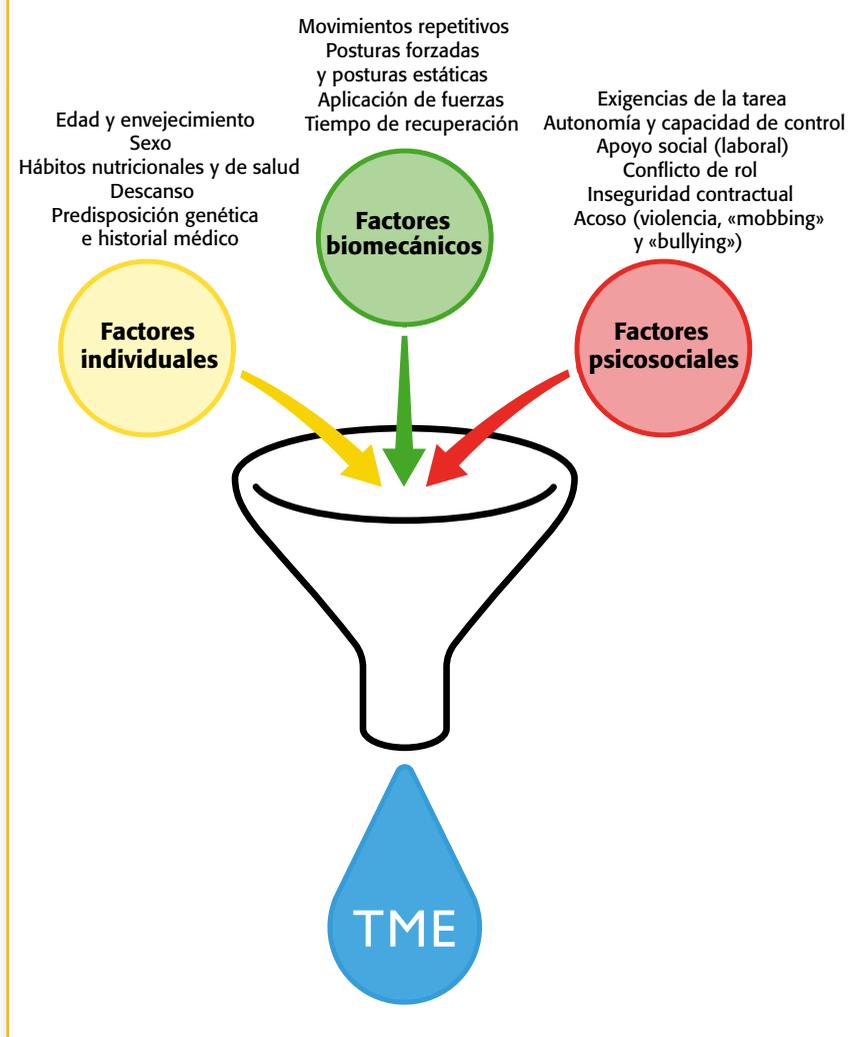


Fuente: <https://visualisation.osha.europa.eu/osh-costs#!/eu-analysis-illness>

«posición sentada durante mucho tiempo» y «elevación o manipulación de personas o cargas pesadas».

La figura 2 muestra, tanto para España como para la Unión Europea de los 28, la distribución de enfermedades que más

Figura 3 Algunos ejemplos de factores de riesgo de TME y su clasificación en tres categorías



Sin embargo, en el ámbito preventivo puede resultar más práctico centrarse en identificar y en determinar los factores de riesgo que influyen en el desarrollo de los TME, ya que su análisis detallado ofrece vías y estrategias de actuación para la prevención de dichos trastornos. Teniendo en cuenta que pueden existir diferentes criterios y puntos de vista técnicos al respecto, es habitual que estos factores de riesgo se clasifiquen, de forma genérica, en tres grandes grupos: factores biomecánicos, factores psicosociales y factores individuales. La figura 3 muestra estos grupos y, de forma no exhaustiva, algunos de los factores de riesgo para cada uno de ellos.

Es importante señalar que, según el estado actual del conocimiento científico técnico sobre los TME, se considera que estos tienen un carácter multifactorial, por lo que es habitual que el desarrollo de un TME concreto y particular pueda estar causado por la presencia simultánea de varios factores de riesgo. A esto se une la posibilidad de que puedan darse interacciones entre los factores de riesgo presentes (Kee, 2021). A modo de ejemplo teórico, la carga en un puesto de trabajo puede estar determinada por las demandas físicas de la tarea, por la reacción psicológica a este requerimiento, así como por la presencia de ambos factores. Cuando esta carga alcanza un valor elevado, el trabajador puede sufrir estrés, desarrollar reacciones biológicas negativas, así como padecer posibles trastornos de conducta. Si estas reacciones se prolongan en el tiempo u ocurren con frecuencia, pueden llegar a causar problemas de salud que, en última instancia, reducen la capacidad para hacer frente a las futuras exigencias del trabajo, aumentando la posibilidad de desarrollar TME.

Factores biomecánicos y fisiológicos

Los factores biomecánicos son los que tradicionalmente se han utilizado

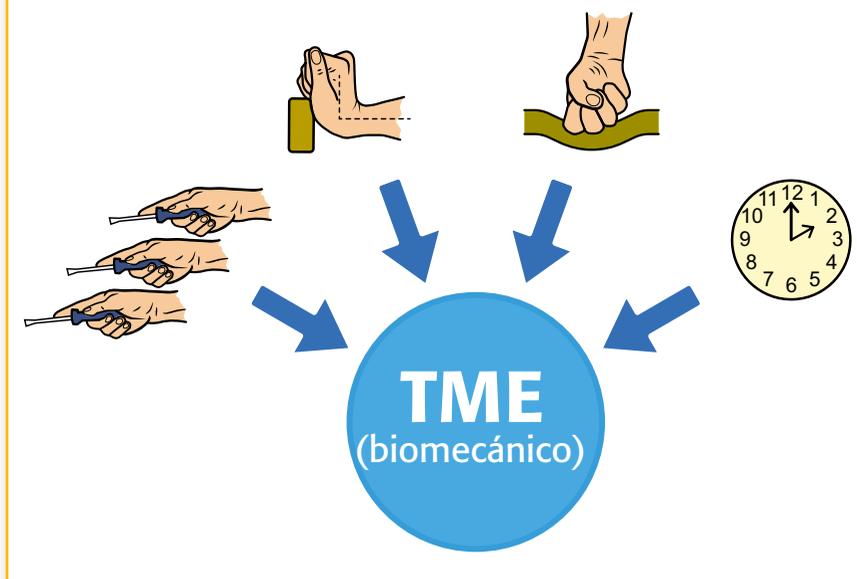
años de vida perdidos ajustados por discapacidad (AVAD, del inglés DALY «*disability-adjusted life years*») causan por cada 100.000 trabajadores. Se comprueba que los TME son la segunda enfermedad más importante, después del cáncer, en relación con el trabajo y los AVAD.

ETIOLOGÍA DE LOS TME

En la actualidad no existe un consenso unánime acerca de los mecanismos patofisiológicos de los TME que generan la lesión de un tejido, así como de los correspondientes mecanismos de curación

y de recuperación de dicho tejido. No obstante, se han planteado algunas propuestas y modelos explicativos, como, por ejemplo, el de Armstrong *et al.* (1993) para el cuello y las extremidades superiores, que desarrolla un modelo considerando la interacción en cascada entre la exposición, la dosis, la respuesta y la capacidad de verse afectado en mayor o menor medida por una dosis determinada; de modo que la respuesta en un nivel puede actuar como dosis en el siguiente nivel, y la respuesta a una o más dosis puede disminuir o aumentar la capacidad de respuesta a dosis sucesivas.

■ Figura 4 ■ Síntesis de los factores biomecánicos en los TME



para ejemplificar, de forma simplificada pero manifiesta, las causas de los TME. En este sentido, se podría decir que los TME se producen por una combinación de movimientos repetitivos, de posturas forzadas, de aplicación de fuerzas excesivas y de tiempo de recuperación insuficiente. A pesar de esta visión reduccionista sobre la etiología de los TME (se están obviando tanto los factores psicosociales como los individuales), estos cuatro factores de riesgo constituyen una síntesis sucinta y concisa de los factores biomecánicos (figura 4). Aunque están reconocidos otros factores de riesgo, como, por ejemplo, las vibraciones y el ambiente térmico (ambos descritos en este apartado), prácticamente la mayoría de ellos se puede reducir a los cuatro anteriores. Por ejemplo: la exposición a un ambiente térmico inadecuado durante un tiempo prolongado está relacionado con la dificultad de recuperación del cuerpo humano, o la presencia de vibraciones se relaciona con una mayor aplicación de fuerza para poder realizar una determinada tarea.

Movimientos repetitivos

Tanto los movimientos que afectan a las mismas articulaciones y a los grupos musculares de forma repetida como los que se repiten frecuentemente y de forma rápida y prolongada en el tiempo son factores de riesgo especialmente importantes. A pesar de esta trascendencia, es habitual que las tareas que requieren la realización de movimientos repetitivos suelen conllevar la adopción de posturas (forzadas y estáticas) y la aplicación de fuerzas. Por lo tanto, desde un punto de vista preventivo y general, no debería pensarse en los movimientos repetitivos como única causa de los TME ni debería establecerse una relación biunívoca entre ambos, sino que deberían tratarse juntamente con el resto de los factores de riesgo de los TME.

Posturas forzadas y posturas estáticas

Cualquier postura corporal, mantenida durante un largo período de tiempo, puede llegar a causar molestias y cansancio. Por ejemplo: estar de pie es una postura natural del cuerpo y, por sí misma, no parece presentar riesgos particulares para la salud. Sin embargo, trabajar de pie durante largos períodos puede causar dolor en los pies y dolor lumbar, así como fatiga muscular generalizada. Por otra parte, el diseño inadecuado del entorno de trabajo y de las tareas que se realizan podría favorecer la adopción de posturas poco naturales.

De entre las posturas adoptadas, se considera que las forzadas y las estáticas constituyen un factor de riesgo de desarrollar TME. En las posturas forzadas los segmentos corporales alcanzan, o se aproximan, al extremo de su rango de movimientos, situación que comporta un estiramiento y una compresión extremos de tendones y de nervios. Cuanto más tiempo se adopte la postura forzada, mayor es la posibilidad de desarrollar TME. Ejemplos de posturas forzadas incluyen: alargar el brazo por detrás del cuerpo, el alcance por encima de los hombros, la flexión, la extensión y la torsión del

tronco, así como la pronación, la supinación, la flexión, la extensión, la desviación radial y la desviación cubital de la muñeca por encima del rango fisiológico articular, etc. Normalmente, la adopción de posturas forzadas conlleva una mayor aplicación de fuerza para realizar la tarea.

Por otra parte, las posturas estáticas se caracterizan por mantener uno o varios segmentos corporales en una posición fija, de forma que los músculos se contraen y permanecen así durante el tiempo que dura la tarea. Esta contracción produce una compresión de los vasos sanguíneos y conlleva una restricción en el flujo sanguíneo. La contracción muscular y la reducción del flujo sanguíneo favorecen y aceleran la fatiga muscular y promueven la posibilidad de que se produzcan lesiones.

Aplicación de fuerzas

La aplicación de fuerzas es necesaria para manipular objetos, usar herramientas, moverse y desplazarse. Para aplicar una fuerza es necesario realizar un esfuerzo muscular y, cuanto mayor sea este, más tiempo se necesita para la correspondiente recuperación muscular. Cuando, a pesar de todo, se continúa

realizando la tarea sin el descanso muscular necesario, entonces aumenta la posibilidad de que se produzcan daños en el sistema musculoesquelético. Por otra parte, aquellas tareas que implican la realización de movimientos enérgicos pueden resultar muy agotadoras cuando no hay tiempo de recuperación suficiente entre los diferentes movimientos o acciones.

La fuerza necesaria para realizar una tarea depende de varios factores, algunos de los cuales son:

- La masa del objeto manipulado y el peso soportado durante su manipulación.
- La posición de dicho objeto en relación con el cuerpo. Se requiere más fuerza para manipular una carga con los brazos extendidos y separados del cuerpo que con los brazos cercanos al cuerpo.
- La forma en la que se sujeta o se agarra el objeto (sujeción en pinza, agarre en gancho, etc.).
- Las dimensiones y el volumen del objeto, que pueden afectar a la postura adoptada (por ejemplo, la posición de la muñeca, del codo o del hombro) que, a su vez, influye en la fuerza aplicada para su manipulación.
- El estado de la herramienta utilizada. Las herramientas desgastadas, en mal estado o sin un mantenimiento adecuado (por ejemplo, un destornillador desgastado o unas tijeras desafiladas) pueden suponer un aumento en la fuerza aplicada durante su operación.

Tiempo de recuperación insuficiente

Cuando el trabajo realizado conlleva la realización de esfuerzos (con motivo

de la repetición de movimientos, la adopción de posturas forzadas y estáticas o la aplicación de fuerza) sin que exista, a continuación, un tiempo de recuperación suficiente, se favorece el desarrollo de TME. Por eso, frente a una demanda de exigencia física, debería facilitarse el correspondiente tiempo de recuperación. Cuando esto no es así y solo se produce una recuperación parcial, será necesario un esfuerzo cada vez mayor para continuar realizando la tarea, de forma que, finalmente, sobrevienen el cansancio y la fatiga y aumenta la posibilidad de que se produzcan lesiones o daños.

Por este motivo, aquellas situaciones en las que el ritmo de trabajo (tiempo y velocidad) está mediado por factores externos (como, por ejemplo, podría ser el caso en una cadena de montaje) son especialmente susceptibles de consideración. El ritmo de trabajo determina la cantidad de tiempo disponible para el descanso y para la recuperación del cuerpo entre ciclos de una tarea en particular: normalmente, cuanto mayor es el ritmo, menor es el tiempo disponible de recuperación. Adicionalmente, cuando el trabajador no tiene control sobre el tiempo y la velocidad del trabajo debido a factores externos, puede darse un aumento en el nivel de estrés que, por su parte, incrementa la tensión muscular favoreciendo la aparición de fatiga y, finalmente, el desarrollo de TME.

Vibraciones

Las vibraciones pueden afectar bien a todo el cuerpo, como, por ejemplo, en los puestos de conducción de camiones y de autobuses, bien al sistema mano-brazo, como, por ejemplo, en el uso de una herramienta manual (eléctrica, neumática, etc.).

En particular, la exposición a vibraciones puede afectar a los tendones, a los

músculos, a las articulaciones y a los nervios. Los síntomas habituales son: el entumecimiento de los dedos, la disminución en la sensación de manos y brazos, la pérdida de tacto y de agarre, así como la aparición de dolor en otras zonas. La presencia de estos síntomas puede favorecer el aumento de las fuerzas aplicadas y la adopción de posturas forzadas para la realización de una tarea. Por ejemplo: las herramientas manuales son más difíciles de utilizar y controlar cuando están vibrando.

Ambiente térmico

El ambiente térmico es un factor coadyuvante de los factores biomecánicos y fisiológicos en el sentido de que, en aquellas situaciones en las que la temperatura y la humedad son elevadas, se produce un aumento de la fatiga física y muscular que, sin el debido tiempo de recuperación, puede favorecer la aparición de daños o lesiones corporales.

Por el contrario, en un ambiente frío el cuerpo humano es menos flexible pudiendo alcanzarse, en casos extremos, el entumecimiento de algún segmento corporal. En estas situaciones se necesita más esfuerzo muscular tanto para la aplicación de fuerzas como para el movimiento y la adopción de posturas, lo que a su vez favorece el desarrollo de TME.

Factores psicosociales

Según Graveling *et al.* (2021), los factores psicosociales, como agentes que pueden favorecer el desarrollo de TME, no actúan de forma aislada sino que su efecto se combina con, y a menudo amplifica, los efectos debidos a los factores biomecánicos y fisiológicos. Si bien las asociaciones entre los factores de riesgo psicosociales, los biomecánicos y los TME están documentadas en las publicaciones especializadas, no es posible

identificar patrones consistentes en dichas asociaciones. No obstante, la naturaleza de dicha relación tiene un carácter bidireccional, es decir, por una parte, los factores psicosociales pueden favorecer del desarrollo de TME y, por la otra, los TME (como, por ejemplo, un dolor continuo y persistente, así como su posible efecto incapacitante) pueden favorecer problemas como la ansiedad y la depresión.

Por otra parte, algunos factores psicosociales no tienen necesariamente un efecto negativo sobre la salud, sino que algunos pueden tener un efecto positivo. Por ejemplo, existe evidencia de que el control sobre la carga de trabajo puede mitigar los efectos negativos de las altas demandas laborales.

De forma general, salvo algunos casos muy particulares, el conocimiento científico técnico actual no permite establecer una relación de causa-efecto entre factores de riesgo psicosociales específicos y determinados TME. Esto se debe a que rara vez es posible aislar la contribución de un factor de riesgo individual (al igual que sucede en los factores biomecánicos y fisiológicos) al riesgo general de desarrollar TME. Por este motivo se recomienda adoptar, de forma genérica, un enfoque holístico (evaluando el conjunto de factores psicosociales) en lugar de focalizar y centrarse en un único factor. Graveling *et al.* (2021) realizaron una revisión bibliográfica de los factores psicosociales y su relación con los TME, obteniendo, entre otras, estas conclusiones:

- Exigencias de la tarea. Existen indicios de que las exigencias de la tarea pueden tener un efecto causal en el desarrollo de TME, aunque depende de la forma en la que se evalúen tanto dichas exigencias como los síntomas relacionados con los TME. También hay indicios de que pueden

producirse efectos específicos debido a los factores biomecánicos particulares de las tareas y actividades realizadas.

- Autonomía y capacidad de control sobre la carga de trabajo. A pesar de que existen dudas con respecto a determinadas zonas corporales, parece que existe una relación entre una baja autonomía y capacidad de control del trabajo y los TME. Los estudios de carácter longitudinal revisados parecen sugerir que dicha relación podría ser causal.
- Apoyo social en el entorno laboral. Existen indicios de que la ausencia de apoyo social puede favorecer el desarrollo de TME, aunque la revisión llevada a cabo no permite establecer una relación causal entre ambos y, además, se ha observado un ligero debilitamiento de la evidencia acumulada en relación con otras revisiones documentales anteriores.
- Reconocimiento laboral. La base documental hallada no es lo suficientemente amplia y, a partir de esta, tan solo es posible insinuar una posible relación entre la ausencia de reconocimiento y el riesgo de TME.
- Inseguridad contractual. La revisión realizada por los autores muestra indicios de la existencia de la relación entre inseguridad laboral y cualquier tipo de riesgo TME, aunque la evidencia encontrada es débil y limitada.
- Acoso (violencia, «*mobbing*» y «*bullying*»). Al igual que sucede con el reconocimiento laboral, en este caso también existe una base documental limitada para obtener conclusiones sobre este factor. A pesar de que la revisión bibliográfica muestra indicios de que la exposición al acoso puede

contribuir al desarrollo de TME, dicha relación es muy compleja y no pueden establecerse conclusiones determinantes.

Factores individuales

Los factores de riesgo personales e individuales engloban todos aquellos factores característicos de cada individuo que, habitualmente, no están relacionados con las condiciones laborales, pero constituyen una predisposición a nivel personal a desarrollar TME en el ámbito laboral. Existe una gran diversidad de factores individuales que pueden variar en función de la fuente consultada (estudios, autores, etc.), aunque, normalmente, se suelen considerar como tales la edad, el sexo, el consumo de tabaco, la actividad física, la fuerza corporal, la antropometría, el historial médico y las enfermedades degenerativas que afectan a las articulaciones (Nunes y McCauley, 2012). Algunas consideraciones en relación con estos factores son:

- Edad. Si bien los TME pueden afectar a personas trabajadoras de cualquier edad, se dan con mayor frecuencia entre mayores y de mediana edad. Con el paso de los años, se produce un deterioro paulatino de la capacidad de respuesta del sistema musculoesquelético debido al desarrollo de trastornos degenerativos relacionados con la edad (como, por ejemplo, la artritis), a la pérdida de fibra muscular y a la degradación de la resistencia de los tejidos. Así mismo, también se produce un aumento de la probabilidad y de la gravedad del daño sufrido por los tejidos blandos en el caso de producirse una determinada lesión.
- Sexo. Si bien algunos estudios sugieren que las mujeres tienen mayor probabilidad de desarrollar algunas tipologías de TME, no existe una opinión

unánime sobre si dicha probabilidad es debida a las condiciones fisiológicas diferenciales entre hombres y mujeres o a una mayor exposición a trabajos, tareas y condiciones laborales (McDermid *et al.*, 2000).

- Hábitos nutricionales y de salud. Aunque no existen evidencias concluyentes al respecto, aspectos como el tabaquismo, el consumo de alcohol, la obesidad y los malos hábitos nutricionales pueden predisponer al desarrollo de TME, al margen de ser causa de cualesquiera otras enfermedades que puedan tener efectos negativos sobre la salud. En cuanto a la actividad física, si bien podría llegar a causar lesiones, por una parte, una pobre condición física también puede aumentar la posibilidad de sufrir lesiones, por la otra. Desde un punto de vista preventivo se considera que el riesgo de sufrir TME aumenta cuando las demandas físicas de la actividad realizada son superiores a la capacidad y a la condición física del trabajador.
- Descanso y tiempo de recuperación insuficiente. Dentro de los factores biomecánicos y fisiológicos se considera el tiempo de recuperación en relación con el ritmo de trabajo o con las demandas de exigencia física de las tareas realizadas. No obstante, el concepto de que los TME son más propensos a desarrollarse cuando la fatiga supera el sistema de recuperación de la persona trabajadora también puede hacerse extensivo al ámbito individual. Es decir: el hecho de no observar el descanso necesario y de calidad o de no permitir la recuperación necesaria tras la realización de un esfuerzo físico (a nivel personal y no laboral) podría favorecer los desequilibrios musculoesqueléticos y, por lo tanto, la aparición de TME.

- Predisposición genética e historial médico. Existen situaciones en las que se da una predisposición genética a sufrir determinados trastornos, así como otras en las que un daño o una lesión anterior también puede favorecer el desarrollo de TME futuros.

LA NORMA ISO 11228-3:2007 Y LOS MOVIMIENTOS REPETITIVOS

La norma ISO 11228-3:2007 (Organización Internacional de Normalización, 2007) forma parte de la serie 11228, que está dedicada a los riesgos ergonómicos derivados de la manipulación manual de cargas. En particular, esta parte 3ª contempla la manipulación de cargas pequeñas a frecuencias elevadas. Esto, junto con otros factores, ha contribuido a que, popularmente en el ámbito preventivo, se hable de la «evaluación de movimientos repetitivos» en relación con el contenido de dicha norma cuando, tal y como se ha comentado anteriormente, los movimientos repetitivos son solo uno de los varios factores que pueden contribuir al desarrollo de los TME.

En realidad, las metodologías de evaluación propuestas por la norma (OCRA, «*Strain Index*» y método de la *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* –ACGIH–) evalúan el riesgo de desarrollar TME en las extremidades superiores considerando un abanico de factores de riesgo, que varía entre los métodos expuestos, entre los cuales se halla la repetitividad (bien sea en forma de acciones repetidas, bien sea en forma de movimientos repetidos de algún segmento corporal), que es puntuada de forma diferente por cada uno de los métodos de evaluación. Es decir: a pesar de que el título de la norma haga referencia a la frecuencia de manipulación, pero no a los TME, a efectos prácticos la

evaluación propuesta por la misma es sobre el riesgo de desarrollar TME y no sobre la repetitividad.

Otro aspecto relevante de la norma es la indefinición en torno al concepto de «frecuencia elevada». Por una parte, parecería razonable preguntarse por la definición de dicho término, acompañándolo de unos valores de repetitividad que lo delimiten, y, por la otra, se plantea la duda de cómo se debe proceder cuando la frecuencia de la manipulación es baja. Por todo ello, en una primera instancia parecería que las metodologías expuestas en la norma son solo aplicables cuando la frecuencia es elevada, aunque no se menciona ningún límite inferior de repetitividad en los métodos señalados.

Según Armstrong *et al.* (2018), por una parte existe, en relación con la metodología propuesta por esta norma, un conflicto de intereses debido a que los autores del método OCRA forman también parte del grupo de trabajo de dicha norma ISO y, por la otra, el enfoque adoptado por los autores de dicho método no es lo suficientemente sólido al no basarse en datos de evidencia científica para el desarrollo del mismo. A pesar de que no se pretende discutir y analizar esta cuestión, conviene tenerla presente en la medida en que existen otras metodologías de evaluación de TME que han sido desarrolladas con posterioridad y que constituyen alternativas viables para realizar esta evaluación.

La norma ISO sugiere tres métodos de evaluación de TME aunque, de hecho, bajo la denominación OCRA se engloban varios métodos (uno de ellos, «mini-checklist OCRA», no referenciado en la norma). Seguidamente se comentan los factores de riesgo valorados por cada uno de ellos junto con sus características principales.

Método «OCRA checklist»

Se trata de un modelo mixto que combina la adición y la multiplicación de factores de riesgos para el cálculo del índice de riesgo «OCRA checklist» (IOCK) mediante la siguiente expresión:

$$IOCK = (F_v + F_r + F_p + F_c) \cdot F_r \cdot F_d$$

- Factor de frecuencia F_v . Este factor valora la frecuencia de las acciones en relación con la situación de referencia que corresponde a movimientos lentos de brazo (igual o menor a 20 acciones/minuto), así como la posibilidad de realizar pausas frecuentes y cortas.
- Factor de fuerza F_r . Cuantifica el esfuerzo necesario para realizar las acciones. Para dicho fin, se puede emplear la escala CR-10 de Borg.
- Factor de postura F_p . Valora las posturas adoptadas por el hombro (brazo), el codo, la muñeca y la mano.
- Factores complementarios F_c . Bajo este factor se agrupan y se valoran cualitativamente 11 aspectos adicionales como, por ejemplo, el uso de guantes, el trabajo en ambientes fríos, el ritmo de trabajo, etc.
- Factor de recuperación F_r . Valora si existe una recuperación adecuada, tomando como referencia una proporción aproximada de 5:1 entre trabajo repetitivo y periodo de recuperación.
- Factor de duración F_d . Este factor tiene por objeto ponderar el índice de riesgo final para la duración real del trabajo repetitivo.

Método «OCRA index»

Este método, al igual que el anterior, se basa en la determinación de las

«acciones técnicas», cuyo concepto es similar al utilizado antiguamente en el campo de movimientos y tiempos (Barnes, 1991), y que difiere ligeramente del de movimiento repetitivo. Se trata de un método multiplicativo que, en su formulación para tareas simples, adopta la forma siguiente:

$$\text{índice OCRA} = \frac{n_{ATA}}{n_{RTA}} = \frac{\text{acciones técnicas observadas}}{\frac{\text{acciones técnicas recomendadas}}{\text{acciones técnicas observadas}}} = \frac{1}{R_{cM} \cdot t_M \cdot \sum_{j=1}^n k_f \cdot F_{M,j} \cdot P_{M,j} \cdot R_{eM,j} \cdot A_{M,j} \cdot t_j}$$

- Factor de recuperación R_{cM} . Hace referencia tanto al número como a la duración y a la distribución de los periodos de recuperación a lo largo de la jornada laboral.
- Factor de duración t_M . Factor que contempla el tiempo total dedicado a tareas repetitivas durante la jornada de trabajo.
- Factor k_f . Es una constante relativa a la frecuencia de acciones técnicas por minuto que, habitualmente, toma un valor igual a 30.
- Factor de fuerza $F_{M,j}$. Factor relativo al promedio de la fuerza aplicada a lo largo de la tarea j .
- Factor de postura $P_{M,j}$. Variable cuaternaria relativa a la postura de las extremidades superiores al realizar la tarea j .
- Factor de repetitividad $R_{eM,j}$. Variable binaria que contempla la existencia de repeticiones de las mismas acciones técnicas en la tarea j .
- Multiplicador adicional $A_{M,j}$. Variable ternaria que toma diferentes valores en función de la presencia de factores como las vibraciones, ambiente frío, uso de guantes, etc.

- t_j es la duración de la tarea repetitiva j en minutos.

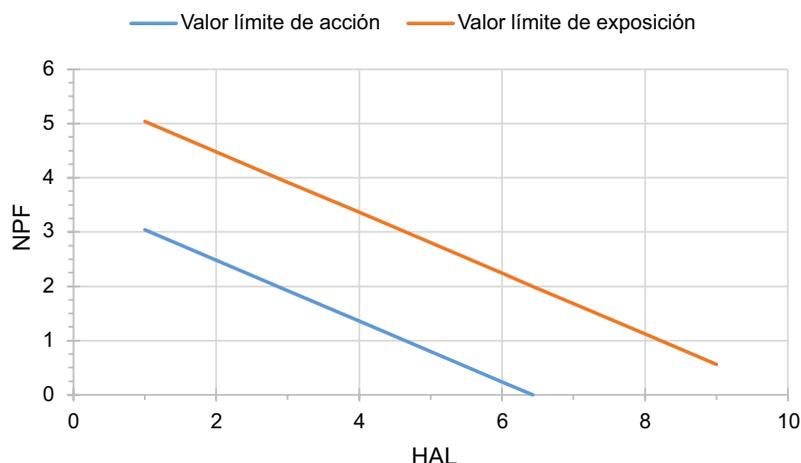
Método «Strain index»

El «*Strain index*» (SI) es una metodología para la evaluación del riesgo de desarrollar TME en las extremidades superiores. Fue desarrollado inicialmente por Moore y Garg en 1995 y goza de una gran popularidad en Estados Unidos, así como en otros países. Con posterioridad, en 2017, esta metodología se revisó y se extendió su ámbito de aplicación para abarcar, además de las tareas simples, las tareas complejas, así como el conjunto de tareas a lo largo de la jornada laboral. El INSST publicó el resultado de dicha revisión en forma de notas técnicas de prevención en 2018 (NTP 1125) y 2021 (NTP 1169). Los autores del método proponen tres índices (RSI, COSI y CUSI, del inglés «*revised strain index*», «*composite strain index*» y «*cumulative strain index*») siguiendo un modelo multiplicativo que, para el índice básico RSI, adopta la siguiente expresión:

$$RSI = IM \cdot EM \cdot DM \cdot PM \cdot HM$$

- La intensidad del esfuerzo (IM) hace referencia a los requerimientos de fuerza asociados a una tarea y tiene que ver con la magnitud del esfuerzo muscular necesario para llevarla a cabo en el ciclo de trabajo.
- Los esfuerzos por minuto (EM) es una variable que refleja la repetitividad de la tarea, definida en términos del número de esfuerzos realizados en un minuto, en el ciclo de trabajo.
- La duración del esfuerzo (DM) hace referencia al tiempo promedio de un esfuerzo en segundos.
- La variable posición de la mano o muñeca (PM) tiene en cuenta la desviación

Figura 5 Valor límite de acción y valor límite de exposición en función de las variables HAL y NPF



en cuanto a flexión o extensión de la muñeca con respecto a la posición anatómica neutra.

- La duración de la tarea (HM) refleja el tiempo que se emplea en realizar la tarea estudiada referida al total de la jornada de trabajo.

Los índices COSI y CUSI constituyen una aplicación del índice RSI para integrar, respectivamente, las diferentes subtareas a nivel de tarea y las diferentes tareas a nivel de jornada laboral, utilizando para ello el cálculo del efecto acumulado popularizado a través de la ecuación del NIOSH (del inglés «*National Institute for Occupational Safety and Health*») para el levantamiento de cargas.

Método de la ACGIH

Este método ha sido revisado en 2018 (Rempel, 2018) introduciendo algunas modificaciones respecto a versiones anteriores de forma que, en su versión actual, establece un valor límite de acción y un valor límite de exposición (figura 5) que se obtienen en función de dos variables: el nivel promedio de actividad de las manos (HAL, del inglés «*hand activity level*») y la fuerza pico

normalizada (NPF, del inglés «*normalized peak force*»).

TME Y MOVIMIENTOS REPETITIVOS: MÁS ALLÁ DE LA NORMA ISO 11228-3:2007

En función del autor y del estudio realizado, en la bibliografía especializada se pueden encontrar diferentes criterios utilizados para definir el trabajo repetitivo (Kilbom, 1994). Tradicionalmente, el criterio de frecuencia para la consideración de trabajo repetitivo oscila entre 4 y 120 segundos por ciclo de trabajo, es decir, frecuencias de repetición comprendidas entre 0,5 y 15 veces por minuto, siendo la frecuencia de 2 repeticiones por minuto la más habitualmente empleada.

En esta línea, el criterio empleado por Silverstein en 1986 es el que con más frecuencia se suele utilizar y citar. Según este criterio, un movimiento se considera repetitivo cuando se da, al menos, una de las dos circunstancias siguientes:

- El ciclo de trabajo es inferior a 30 segundos (frecuencia superior a 2 repeticiones por minuto).

- El ciclo de trabajo fundamental abarca más del 50% del tiempo total del ciclo de trabajo.

Es importante señalar que, salvo que se indique lo contrario, estos valores suelen tener un carácter operativo, es decir, los límites anteriores son fronteras establecidas para la obtención, la organización y la racionalización de los datos contemplados en los correspondientes estudios y, por lo tanto, dichos límites no han sido establecidos en base a criterios preventivos ni epidemiológicos.

Otro aspecto que es preciso tener siempre presente es que no existe evidencia científica que permita establecer un valor mínimo de repetición que delimite una frontera para el «no riesgo». A este respecto, Kilbom, en su influyente trabajo de 1994, afirma lo siguiente: «*There is no basis for conclusions concerning minimum rates of repetitiveness (or maximum cycle times) that will abolish the risk*». Esto significa que, en la actualidad, no es posible afirmar que por debajo de una determinada frecuencia de repetición no existe riesgo alguno de desarrollar TME. Por lo tanto, el criterio de Silverstein no debería emplearse para delimitar una «zona de repetitividad segura»; esto es, las tareas con un ciclo de trabajo superior a 30 segundos (frecuencia inferior a 2 repeticiones por minuto) no tienen por qué suponer una zona libre de riesgos relativos a TME.

Finalmente, en la bibliografía especializada más reciente pueden encontrarse estudios e investigaciones sobre TME que establecen límites recomendados de repetitividad (basados en criterios preventivos y epidemiológicos) para segmentos corporales específicos, a partir de los cuales se detectan y se observan daños y molestias en el sistema musculoesquelético. Si bien estos valores límite pueden variar, y de hecho presentan variaciones

entre las diferentes publicaciones científicas en función de factores como el diseño del estudio, la zona corporal estudiada, etc., difieren del enfoque de Silverstein (y similares), consistente en un único valor límite de repetitividad para el conjunto del cuerpo humano. La tendencia que se observa en las publicaciones más actuales es la de intentar establecer valores límite de repetitividad específicos en función de la zona corporal considerada (en el apartado «Mapa de repetitividad» de este artículo se indican algunos de los valores más habituales para distintas zonas corporales).

Consideraciones en la prevención del riesgo de TME

En línea con lo señalado en el capítulo «Etiología de los TME» de este artículo, los movimientos repetitivos constituyen uno de los varios factores de riesgo que pueden causar molestias, daños y lesiones en el sistema musculoesquelético. Bajo este prisma y de forma estricta, no tiene sentido hablar de prevención ni de evaluación de movimientos repetitivos, porque dicha prevención y evaluación es de los riesgos a los que están expuestos los trabajadores y trabajadoras, no de los factores de riesgo. Es decir: lo que se previene y se evalúa son las consecuencias (los daños) resultado de una exposición a unas determinadas condiciones (factores de riesgo).

A pesar de que coloquialmente se hable de «evaluación de movimientos repetitivos», debe reiterarse que, en el ámbito preventivo, la evaluación se circunscribe a los riesgos a los que puedan estar expuestas las personas trabajadoras. En este sentido, el concepto «evaluación de movimientos repetitivos» no refleja con fidelidad, pudiendo llegar a enmascarar, el tipo de riesgo al que se está expuesto y que se está tratando de evaluar, al presumir que dichos movimientos repetitivos son causa (al margen de otros factores de

riesgo) de los TME. Es más: tal y como se ha comentado previamente, los métodos de evaluación propuestos en la norma ISO 11228-3:2007, cuyas características fundamentales se detallan en el capítulo «La norma ISO 11228-3:2007 y los movimientos repetitivos» de este artículo, evalúan el riesgo de TME de las extremidades superiores, tomando como uno de los factores de evaluación la frecuencia de repetición de determinados movimientos.

Por otra parte, frente a la presencia de un riesgo cuyo origen tiene un carácter multifactorial, como es el caso del riesgo de desarrollar TME, la ausencia de uno de los factores de riesgo no implica necesariamente la desaparición del riesgo. En el caso concreto de los riesgos de TME y de los movimientos repetitivos, este razonamiento está respaldado científicamente por la ya mencionada observación de Kilbom (1994) señalada anteriormente. Otro tipo de respaldo, esta vez de carácter matemático, a esta idea crucial puede hallarse en los modelos empleados para la evaluación de TME. A modo de ejemplo:

- En el caso de un modelo aditivo, como es el caso del «OCRA checklist» en cuanto al factor de frecuencia, el índice se obtiene a través de la expresión:

$$IOCK = (F_v + F_r + F_p + F_c) \cdot F_r \cdot F_d$$

Se puede comprobar que, a pesar de que el factor de frecuencia sea igual a cero ($F_v = 0$), esto no necesariamente implica que el índice final sea igual a 0 y que, por lo tanto, el valor del índice obtenido refleje una situación de no riesgo.

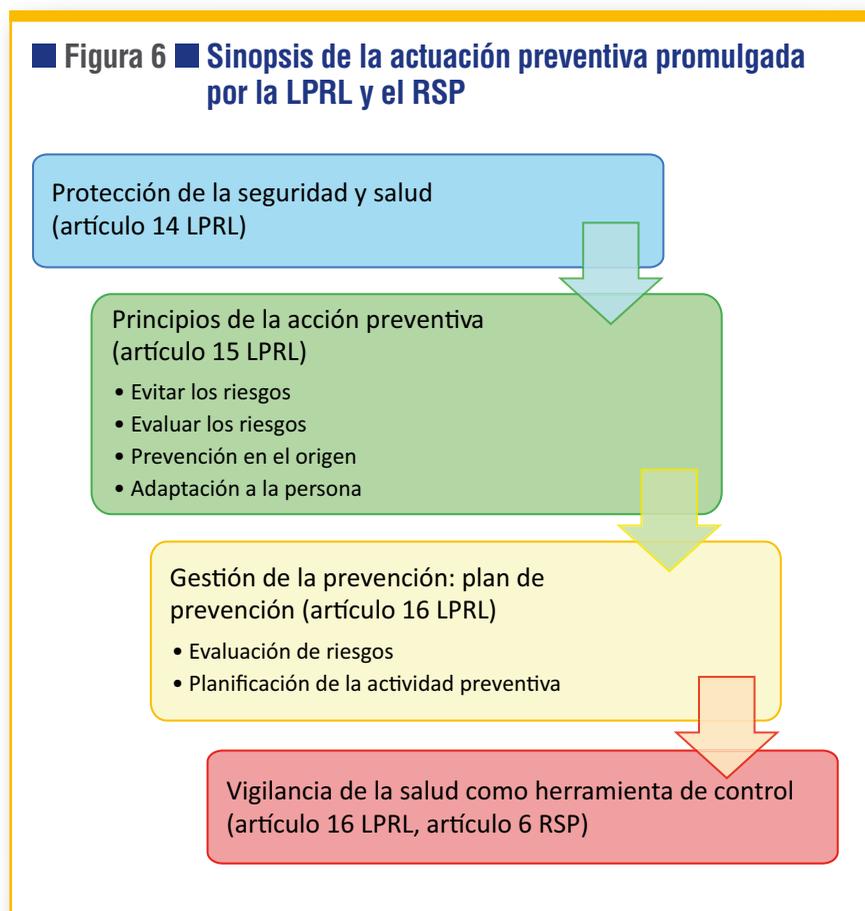
- En el caso de un modelo multiplicativo, como es el caso del método «*Strain Index*», su índice está dado por:

$$RSI = IM \cdot EM \cdot DM \cdot PM \cdot HM$$

Cuando, en una situación límite, la frecuencia es igual a cero, el factor de frecuencia EM (esfuerzos por minuto) no se hace igual a cero sino que toma un valor mínimo (igual a 0,10 en este método en particular) y, de esta forma, se evita que el valor del índice final sea igual a cero (correspondiente a una situación de no riesgo).

Finalmente, todos estos razonamientos previos, basados en criterios científico-técnicos, coinciden con el espíritu preventivo promulgado por la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales (en adelante LPRL) (figura 6). Esta ley se fundamenta en el «derecho [de los trabajadores] a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo» (artículo 14). En esta línea, la evaluación de los riesgos es uno de los distintos principios de la acción preventiva (artículo 15) y constituye uno de los elementos para la gestión de la prevención (artículo 16). En última instancia, la herramienta de control para valorar la eficacia de dicha protección es la vigilancia de la salud, conforme a lo señalado en el artículo 16 de la LPRL y, especialmente, en el artículo 6 del Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (en adelante RSP). Por todo ello, los criterios técnicos (como, por ejemplo, el ya mencionado criterio de Silverstein) relativos a la delimitación, la acotación o la determinación de movimientos repetitivos deberían estar supeditados a esta protección de la seguridad y salud y, en ningún caso, deberían anteponerse a la misma. Es decir: la protección de la seguridad y salud laboral constituye el pilar fundamental sobre el que se asienta la LPRL, por lo que el hecho de que se produzca un daño a la salud del trabajador/a debería priorizarse frente a cualesquiera otros criterios y recomendaciones técnicas sobre repetitividad, especialmente teniendo en cuenta que el conocimiento científico técnico actual no

■ **Figura 6** ■ **Sinopsis de la actuación preventiva promulgada por la LPRL y el RSP**



permite cuantificar las relaciones causa/efecto de todo el conjunto de factores de riesgo (incluida la frecuencia de repetición de movimientos) de los TME. Por ello, dichos criterios y recomendaciones deberían emplearse a modo de indicaciones o sugerencias orientativas para abordar el riesgo de TME, sin que estos prevalezcan sobre el espíritu preventivo expresado en la LPRL.

Es por esto que el tratamiento del riesgo de desarrollar TME no puede ser reducido a una simple «evaluación de los movimientos repetitivos» (sin olvidar que, en el ámbito preventivo, las evaluaciones no son de los factores de riesgo), sino que, como señalan Graveling *et al.* (2021), es recomendable adoptar un enfoque holístico en lugar de insistir en un enfoque reduccionista centrado en un único factor; salvo en aquellas circunstancias que, por motivos justificados,

se requiera aislar dicho factor para su estudio específico.

Mapa de repetitividad

Si bien es posible hallar criterios globales sobre la frecuencia de repetición (como el de Silverstein y otros similares) dispersos a lo largo de la literatura ergonómica, la tendencia observada en las publicaciones más recientes es la de establecer límites específicos de carácter local basados en criterios preventivos y epidemiológicos (David *et al.*, 2008, Ferreira *et al.*, 2009), es decir, límites o umbrales de repetitividad para cada zona corporal. En este sentido, el trabajo de Kilbom (1994) constituye un punto de partida ampliamente utilizado en desarrollos posteriores. No obstante, siguen existiendo metodologías que hacen uso de un criterio global cuando las mismas están focalizadas en otros factores de riesgo, como, por

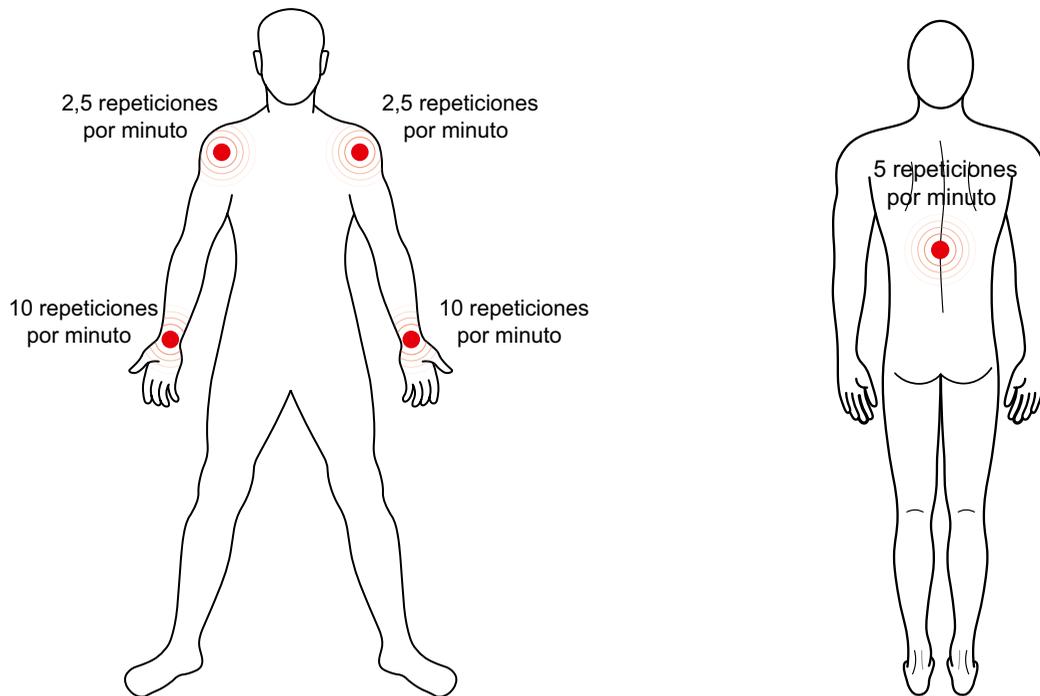
ejemplo, el método propuesto por Kee (2021) que prioriza los factores posturales frente a los de repetitividad.

Estos criterios (tanto globales como específicos) pueden presentar diferencias en función de la fuente consultada debido a que el objetivo, el método y el alcance de cada estudio es diferente y, por este motivo, tanto los límites como su categorización pueden verse afectados por estos factores. A modo indicativo, puede elaborarse un mapa aproximado reflejando los valores de repetitividad específicos que se mencionan en estudios de gran relevancia en el ámbito ergonómico (Kilbom, 1994; David *et al.*, 2008; Ferreira *et al.*, 2009; Lind *et al.*, 2020).

La figura 7 muestra una representación gráfica de los diferentes valores de repetitividad en función de la zona corporal. El valor de 5 repeticiones por minuto para la espalda es el sugerido por David *et al.* (2008), mientras que Kilbom (1994) y Lind *et al.* (2020) sugieren una repetitividad de 2,5 movimientos por minutos para la zona de hombro y brazo, y de 10 repeticiones por minuto para la zona de mano, muñeca y antebrazo. Debe recalarse, una vez más, que estos valores no deben interpretarse de forma absoluta de ninguna de las maneras y que no deben extrapolarse fuera del contexto al que pertenecen por los siguientes motivos:

- En primer lugar, estos valores han sido obtenidos bajo unas condiciones determinadas y específicas asociadas a un diseño experimental que es particular y característico de cada estudio. Es decir: como los estudios se realizan bajo condiciones y suposiciones diferentes, los valores obtenidos están sujetos a dichos condicionantes y, salvo que se especifique lo contrario, los mismos no tienen un alcance universal. Por lo tanto, cuando estos valores se extrapolan a situaciones diferentes a las

■ **Figura 7** ■ **Valores de repetitividad para diferentes partes del cuerpo según sugerencias de diversos estudios ergonómicos**



del estudio original, los mismos deben tomarse como orientaciones y no como puntos absolutos de corte que delimitan regiones de «riesgo» y de «no riesgo».

- En segundo lugar, no se debe inferir que por debajo de estos límites no exista riesgo ya que dicha relación de «no riesgo» no está científicamente probada tal y como se ha comentado reiteradamente a lo largo de este capítulo.
- En tercer lugar, los TME tienen un carácter multifactorial y pueden darse interacciones entre diferentes factores de forma que los valores anteriores se vean afectados (Kee, 2021). Por ejemplo: no es lo mismo realizar una repetición de muñeca 10 veces por minuto con la misma en posición neutra que realizar dicha repetición con una desviación radial y, simultáneamente, aplicando una fuerza.

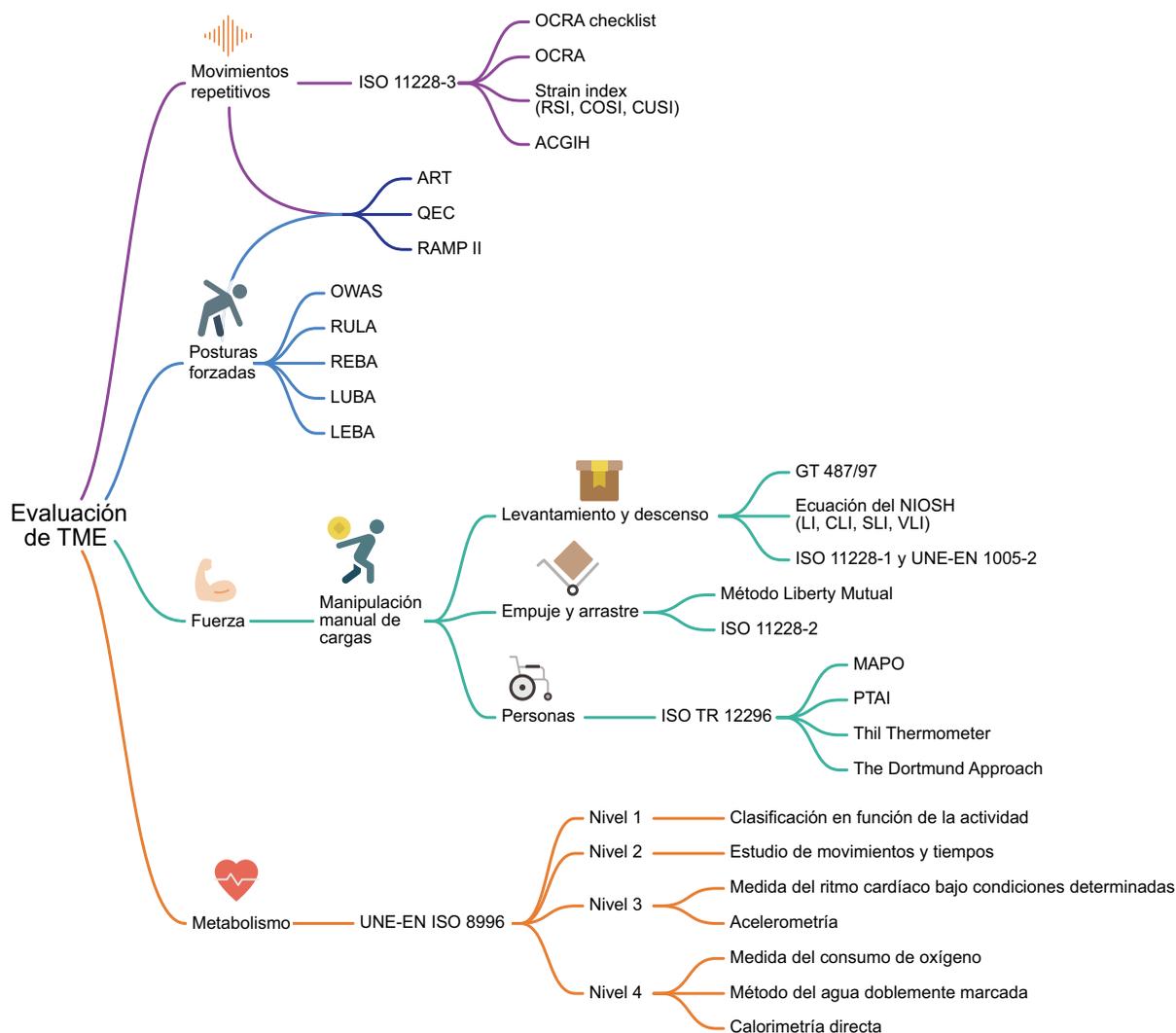
Mapa de metodologías para evaluar los TME

En relación con la evaluación de los TME, difícilmente existen métodos universales. Debido al carácter multifactorial de los TME, los métodos de evaluación existentes no contemplan todo el espectro de factores de riesgo de los TME ni sus efectos combinados y, por lo tanto, son limitados en este sentido. Así mismo, el conocimiento científico técnico en esta materia no es completo (por ejemplo, se desconocen con precisión los mecanismos relativos a los efectos combinados de los distintos factores de riesgo) y está en continuo desarrollo, por lo que no existe una base científica que posibilite el desarrollo de métodos de evaluación universales respecto al riesgo de desarrollar TME.

Por lo tanto, resulta técnicamente difícil etiquetar los métodos de evaluación existentes (tanto los sugeridos en la norma ISO 11228-3:2007 como los de otras

metodologías desarrolladas y utilizadas a nivel global) con calificativos del tipo «bueno», «el mejor», «el más preciso», etc. Dado el carácter parcial de los métodos de evaluación, resulta más apropiado pensar que el abanico actual de métodos ofrece una serie de posibilidades para elegir aquel método que, partiendo de la base científico técnica en la que se asienta el método, mejor se asemeje a la situación que se quiere evaluar, todo ello sin olvidar el enfoque holístico comentado anteriormente. A modo de ejemplo, si, en el puesto que se desea evaluar, los movimientos repetitivos tienen una especial relevancia, entonces sería recomendable utilizar un método de evaluación de TME que contemple de forma exhaustiva la repetitividad de la tarea. Por el contrario, si, en el puesto evaluado, la repetitividad no es tan relevante como, por ejemplo, los aspectos posturales, entonces sería recomendable emplear un método de evaluación de TME en el que los factores de riesgo posturales tengan un papel relevante. De igual forma, en

Figura 8 ■ Mapa simplificado y no exhaustivo de métodos de evaluación de TME en función del factor de riesgo principal



aquellos trabajos o tareas con especiales características podría emplearse un método de evaluación específico para dichas condiciones siempre que este existiese. Por ejemplo: para el riesgo específico de fatiga del hombro y de lesiones del supraespinoso en trabajos en un plano por encima del hombro, Rempel y Potvin (2022) han desarrollado una herramienta para estimar las fuerzas máximas aceptables recomendadas.

De forma simplificada y no exhaustiva, en la figura 8 se muestra un mapa con

métodos de evaluación de factores de riesgo relacionados con los TME. Un análisis más detallado y exhaustivo sobre la metodología existente puede hallarse en el documento publicado por el grupo de TME de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (2015).

La figura 8 agrupa cada uno de dichos métodos de evaluación en función del factor de riesgo principal que caracteriza a cada uno de los métodos. Esta agrupación es, necesariamente, una simplificación ya que muchos de estos métodos tienen un

carácter más o menos holístico de forma que contemplan varios factores de riesgo. Es decir: los cuatro métodos bajo el factor de riesgo de movimientos repetitivos también contemplan otros factores como, por ejemplo, las posturas forzadas y la fuerza aplicada. No obstante, se agrupan bajo este epígrafe ya que, por una parte, forman parte de una norma sobre movimientos repetitivos y, por la otra y más importante, permiten separar conceptualmente una característica diferencial (el tratamiento de dichos movimientos repetitivos) respecto del resto de métodos mostrados en

la figura. En relación con el conjunto formado por las metodologías ART, QEC y RAMP II (del inglés «*assessment of repetitive tasks*», «*quick exposure check*» y «*risk management assessment tool for manual handling proactively*» respectivamente), estas también tienen un carácter holístico, contemplando, entre otros, los movimientos repetitivos y las posturas forzadas pero son conceptualmente diferentes a las metodologías típicamente centradas en posturas forzadas y no están incluidos en la norma sobre movimientos repetitivos. Todo esto es un hecho diferencial que motiva su individualidad respecto del resto de métodos.

La inclusión de una categoría relativa al metabolismo requiere una reflexión especial. Bajo esta categoría se recogen las diferentes metodologías contempladas en la norma UNE-EN ISO 8996:2021 (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2021) para la evaluación de la tasa metabólica. Si bien en primera instancia parecería que la evaluación de dicha tasa queda circunscrita al ambiente térmico en el trabajo, en realidad también puede utilizarse, tal y como indica la norma, «para la evaluación de métodos de trabajo, del gasto energético asociado a trabajos específicos o a determinadas actividades deportivas, del gasto total de una actividad, etc.». En efecto, el gasto energético está contemplado, indirectamente, en los métodos de levantamiento y descenso de cargas (es uno de los criterios internos utilizados en el desarrollo de la ecuación del NIOSH y de sus variantes) y en los de empuje y arrastre de cargas (los valores máximos propuestos por la Liberty Mutual indican cuándo alguno de estos supera el consumo máximo de O_2 en una jornada de 8 horas). Bajo estos considerandos, se ha creído apropiado incluir esta categoría ya que, a modo diferencial, el metabolismo corporal es un valor que puede estimarse (con las metodologías propuestas en la norma) sin importar la naturaleza y

las características de la tarea realizada. Es decir: el resto de metodologías tienen una serie de limitaciones inherentes a las mismas (por ejemplo, la ecuación del NIOSH para el levantamiento de cargas no debería aplicarse cuando existe un desplazamiento interno del centro de masas), mientras que el cálculo de la tasa metabólica puede aplicarse en cualquier situación para obtener una orientación sobre las exigencias metabólicas de la tarea que, a su vez, proporcionan indicios de la fatiga asociada y, por ende, de la posibilidad de desarrollar TME.

CONCLUSIONES

A modo de compendio y decálogo final, a continuación se recogen aquellos aspectos tratados a lo largo de este artículo que, por su especial relevancia, conviene tener presentes al abordar el estudio, el análisis y la evaluación de los TME.

- Los TME tienen una etiología multifactorial y, además, es habitual que se produzcan interacciones entre los diferentes factores de riesgo.
- Los factores de riesgo de los TME se agrupan en tres categorías: factores biomecánicos y fisiológicos, factores psicosociales y factores individuales.
- Los movimientos repetitivos no son un riesgo por sí mismos, sino que constituyen uno de los varios factores de riesgo de desarrollar TME. Bajo tal consideración, en el ámbito de la prevención de riesgos laborales los movimientos repetitivos no se evalúan ya que no son una consecuencia ni constituyen un daño por sí mismos, sino que actúan como causa y como factor de riesgo.
- El conocimiento científico técnico actual no permite establecer un umbral de repetitividad por debajo del cual no exista riesgo de desarrollar TME.
- En la prevención de los TME, es recomendable adoptar un enfoque holístico frente a un enfoque reduccionista centrado en un único factor, salvo casos particulares. En este sentido, se observa que los métodos de evaluación de TME que se desarrollan y se publican buscan ampliar paulatinamente el rango de factores analizados tanto cuantitativa como cualitativamente.
- Los métodos de evaluación existentes evalúan el riesgo de desarrollar TME. En el caso de los métodos propuestos en la norma ISO 11228-3:2007 estos riesgos están limitados a las extremidades superiores.
- Las metodologías sugeridas en la norma ISO 11228-3:2007 constituyen un punto de partida para la evaluación de TME de la extremidad superior. No obstante, desde la publicación de dicha norma se han desarrollado otras metodologías de evaluación que incorporan los conocimientos y las evidencias más recientes que se han producido en el ámbito de los TME.
- En la actualidad, no existe un método de evaluación de TME que tenga carácter universal y que, por lo tanto, sirva para evaluar todas las situaciones laborales posibles que presenten este riesgo. Los métodos disponibles son, en este sentido, parciales.
- Es recomendable elegir el método que mejor se ajuste a la situación que se desea evaluar en función de las características del puesto y de la tarea. Por ejemplo: cuando se observa una elevada repetitividad en las extremidades superiores al realizar las tareas, es posible que los métodos que mejor se adapten a dicha situación sean los propuestos en la norma ISO 11228-3:2007. En cambio, cuando la repetitividad no es el factor esencial, entonces

tal vez sea mejor considerar otras metodologías de evaluación.

- Aquellas condiciones de trabajo muy específicas y con circunstancias especiales

deberán ser evaluadas con métodos específicos, siempre y cuando estos existan y hayan sido desarrollados siguiendo el procedimiento habitual del método científico. Por ejemplo: en los

casos en los que predomina el trabajo con las manos por encima de los hombros puede resultar apropiado utilizar el método propuesto por Rempel y Potvin (2022). ●

■ Referencias bibliográficas ■

1. Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. (2019). «Third European Survey of Enterprises on New and Emerging Risks (ESENER 3)». EU-OSHA. Disponible [aquí](#). [Consulta: 06/09/2022].
2. Álvarez, A. (2018). «Modelo para la evaluación de la extremidad superior distal: "Revised strain index"». Notas técnicas de prevención, [NTP 1125](#). Madrid: INSST. [Consulta: 06/09/2022].
3. Álvarez, A., Álvarez, T. (2021). «Modelo para la evaluación de la extremidad superior distal: índice compuesto e índice acumulativo». Notas técnicas de prevención, [NTP 1169](#). Madrid: INSST. [Consulta: 06/09/2022].
4. Armstrong, T.J., Buckle, P., Fine, L. J., Hagberg, M., Jonsson, B., Kilbom, Å., Kuorinka, I.A., Silverstein, B.A., Sjøgaard, G., Viikari-Juntura, E.R. (1993). «A conceptual model for work-related neck and upper-limb musculoskeletal disorders». *Scandinavian Journal of Work, Environmental & Health*, 19(2), 73-84. doi:[10.5271/sjweh.1494](#)
5. Armstrong, T.J., Burdorf, A., Descatha, A., Farioli, A., Graf, M., Horie, S., Marras, W.S., Potvin, J.R., Rempel, D., Spataro, G., Takala, E-P., Verbeek, J., Violante, F.S. (2018). «Scientific basis of ISO standards on biomechanical risk factors». *Scandinavian Journal of Work, Environmental & Health*, 44(3), 323-329. doi:[10.5271/sjweh.3718](#)
6. Asociación Española de Normalización y Certificación. (2021). «Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica (UNE-EN ISO 8996)».
7. Barnes, Ralph M. (1991). «Motion and time study: design and measurement of work». New York: John Wiley & Sons. 7ª edición.
8. Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, grupo TME (2018). «Plan de acción para la reducción de los trastornos musculoesqueléticos en el medio laboral». Disponible [aquí](#). [Consulta: 06/09/2022].
9. Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, grupo TME (2015). «Métodos de evaluación de factores de riesgo laboral relacionados con los TME». Disponible [aquí](#). [Consulta: 06/09/2022].
10. David, G., Woods, V., Li, G., Buckle, P. (2008). «The development of the Quick Exposure Check (QEC) for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders». *Applied ergonomics*, 39(1), 57-69. doi:[10.1016/j.apergo.2007.03.002](#)
11. Ferreira, J., Gray, M., Hunter, L., Birtles, M., Riley, D. (2009). «Development of an assessment tool for repetitive tasks of the upper limbs (ART)». Derbyshire, UK: HSE Books.
12. Graveling, R., Smith, A., Hanson, M. (2021). «Musculoskeletal disorders: association with psychosocial risk factors at work. Literature review». Luxembourg: Publications Office of the European Union. doi:[10.2802/20957](#) [Consulta: 06/09/2022].
13. Kee, D. (2021). «Development and evaluation of the novel postural loading on the entire body assessment». *Ergonomics*, 64(12), 1555-1568, doi:[10.1080/00140139.2021.1903084](#)
14. Kilbom, Å. (1994). «Repetitive work of the upper extremity: Part II – The scientific basis (knowledge base) for the guide». *International Journal of Industrial Ergonomics*, 14(1-2), 59-86. doi:[10.1016/0169-8141\(94\)90006-X](#)
15. Kok, J., Vroonhof, P., Snijders, J., Roullis, G., Clarke, M., Peereboom, K., Dorst, P., Isusi, I. (2019). «Work-related musculoskeletal disorders: prevalence, costs and demographics in the EU». Luxembourg: Publications Office of the European Union. doi:[10.2802/66947](#). [Consulta: 06/09/2022].
16. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Boletín Oficial del Estado, núm. 269, de 10/11/1995. Disponible [aquí](#). [Consulta: 06/09/2022].
17. Lind, C.M., Forsman, M., Rose, L.M. (2020). «Development and evaluation of RAMP II - a practitioner's tool for assessing musculoskeletal disorder risk factors in industrial manual handling». *Ergonomics*, 63(4), 477-504, doi:[10.1080/00140139.2019.1710576](#).
18. McDiarmid, M., Oliver, M., Ruser, J., Gucer, P. (2000). «Male and female rate differences in carpal tunnel syndrome injuries: personal attributes or job tasks?». *Environmental Research*, 83(1), 23-32. doi:[10.1006/enrs.2000.4042](#)
19. National Institute for Occupational Safety and Health (2012). «How to prevent musculoskeletal disorders». DHHS (NIOSH) Publication No. 2012-120. Disponible [aquí](#). [Consulta: 06/09/2022].
20. Nunes, I.L., McCauley Bush, P. (2012). «Work-related musculoskeletal disorders assessment and prevention». En: Isabel L. Nunes (Ed.). «Ergonomics - A systems approach», pp.1-30. Londres: IntechOpen. doi:[10.5772/37229](#).
21. Organización Internacional de Normalización. (2007). «Ergonomics – Manual handling – Part 3: Handling of low loads at high frequency (ISO 11228-3)».
22. Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el reglamento de los servicios de prevención. Boletín Oficial del Estado, núm. 27, de 31/01/1997. Disponible [aquí](#). [Consulta: 06/09/2022].
23. Rempel, D. (2018). «1631c recent changes to the ACGIH hand activity level TLV». *Occupational & Environmental Medicine*, 75(Suppl 2), A258–A258. doi:[10.1136/oemed-2018-ICOAbstracts.739](#).
24. Rempel, D., Potvin, J. (2022). «A design tool to estimate maximum acceptable manual arm forces for above-shoulder work». *Ergonomics*. doi:[10.1080/00140139.2022.2030806](#).