

Revisión sistemática sobre el análisis de la exposición al riesgo de trastornos musculoesqueléticos en el oficio de pintor

Enrique Alvarez-Casado y Sonia Tello.

Barcelona
Centro de Ergonomía Aplicada (CENEA)

Es muy conocida la fuerte evidencia que soporta la relación entre la exigencia del trabajo y los trastornos musculoesqueléticos en cuello y extremidades superiores, siendo actualmente uno de los principales problemas de salud laboral en la construcción. En este artículo se ha realizado una revisión sistemática de la literatura científica sobre las evidencias de esta relación en el oficio de pintor, analizando 113 trabajos publicados. Del análisis realizado, se obtiene que la presencia de los factores de riesgo de sobrecarga biomecánica, como las posturas forzadas de hombro y muñeca y la repetitividad, son suficientes para explicar la producción de este tipo de daño. Finalmente, se analizan diferentes estrategias de mejora estudiadas en el diseño de herramientas, las técnicas utilizadas y la organización del trabajo.

1. METODOLOGÍA DE LA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El desarrollo de la revisión de la literatura se ha basado en un protocolo metódico donde se establecen las pautas esenciales de la heurística que ha dirigido la búsqueda de información para la propuesta de investigación. Asimismo, se ha desarrollado una metodología de validación de los artículos indexados de donde se han

obtenido los documentos que soportan esta propuesta.

1.1. Palabras clave de sondeo

Procurando una alta sensibilidad en la identificación de los estudios pertinentes, se definió, de forma sistemática, un listado de 101 vocablos; de ellos, quince (15), correspondieron a trastornos musculoesqueléticos, cinco (5), a las zonas anatómicas donde se

desarrollan dichos trastornos, diecinueve (19), a las exposiciones laborales de tipo físico, quince (15), a las de tipo psicosocial, diecisiete (17), a escenarios de trabajo, catorce (14), a las intervenciones y finalmente dieciséis (16) atribuibles a las actividades desarrolladas en el sector de la construcción.

Los términos se cruzaron con el conector "Y" en la búsqueda de mayor profundización y especificidad.

1.2. Motores de búsqueda

Las búsquedas se realizaron en las bases EBSCOHost, PUBmed, Scirus, SpringerLink, Taylor & Francis, WebOfKnowledge y WileyInterscience.

Se complementó la búsqueda realizando una revisión manual de las diferentes agencias, organizaciones e instituciones que se encuentran de manera directa especializados con la gestión de los trastornos musculoesqueléticos y/o condiciones de trabajo en la construcción, y específicamente en el sector de la pintura.

1.3. Criterios de inclusión

Se han incluido aquellos documentos en los que se ha encontrado algún tipo de ocurrencia de modelos de explicación de los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo y con la exposición laboral a factores de riesgo asociados a dichos trastornos. También se han incluido todos los documentos donde se estudien las condiciones de trabajo de la ocupación de pintores u otras ocupaciones con elevado contenido artesanal.

1.4. Criterios de exclusión

Se excluyeron aquellos estudios cuyo ámbito no era laboral o la población estudiada no correspondía a trabajadores. Respecto a la heurística sectorial, se acotó la búsqueda a las actividades de construcción, revisando inicialmente el panorama global del macro-sector y posteriormente se realizó una decantación enfocada exclusivamente a la ocupación de pintor.

Se excluyeron aquellos documentos publicados con fecha anterior a 1990.



1.5. Extracción de datos

La extracción de resultados bibliográficos se enfocó en aquellos relacionados con el objeto del estudio, es decir, modelos de explicación de los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo o con la exposición a los factores de riesgo que los desarrollan. Alguna información se ha extraído de artículos vinculados a otras ocupaciones o sectores productivos que no forman parte del objeto de esta investigación, debido a que se ha evidenciado poca información indexada relacionada directamente con el estudio de la ocupación de pintores.

Se han trabajado dos vías de forma paralela para la extracción de datos de los artículos. Por un lado, se extrajeron datos de los artículos que propusieran o explicaran constructos y relaciones sobre la exposición a trastornos musculoesqueléticos en el trabajo o su producción; y, por otro lado, datos sobre valoraciones de factores de riesgo y condiciones de trabajo en la ocupación

de pintor y su relación con la organización del trabajo.

1.6. Resumen cuantitativo

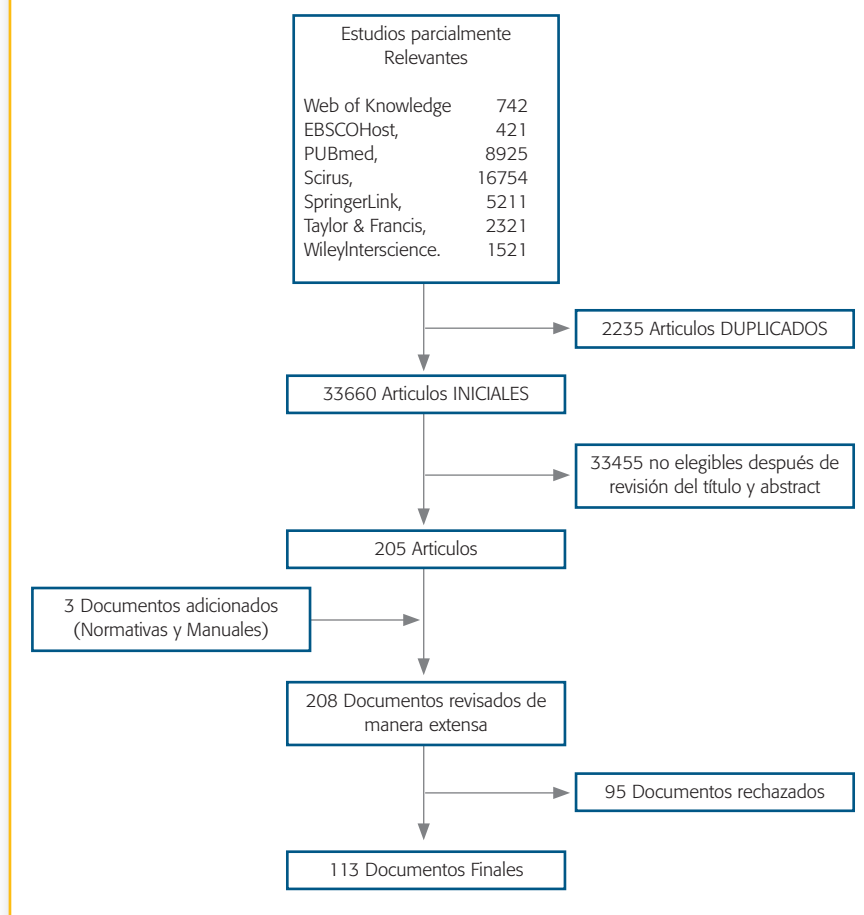
Los resultados cuantitativos de la aplicación sistemática del procedimiento de búsqueda bibliográfica, esquematizado en fases, son los que se exponen en la Figura 1.

2. TRASTORNOS MUSCULOESQUELÉTICOS Y SU RELACIÓN CON LOS FACTORES DE RIESGO BIOMECÁNICOS

Los trastornos musculoesqueléticos se refieren a condiciones que involucran músculos, nervios, tendones y otros tejidos blandos (1) que se pueden asociar o estar influidos por factores relacionados con el trabajo.

Los distintos estados de salud (enfermedades, trastornos y daños) se refieren a pérdidas funcionales o estruc-

Figura 1 ■ Etapas de la revisión sistemática de la literatura



turales (2) y están asociados con riesgo para la salud. El dolor, como síntoma primario, se asocia frecuentemente a trastorno musculoesquelético relacionado con el trabajo. El dolor, que es un ejemplo de estado de salud, es el indicador de salud más comúnmente utilizado (1).

Para evaluar la relevancia de los diversos factores de riesgo asociados con trastornos musculoesqueléticos laborales, se han utilizado tanto métodos de investigación basados en laboratorio como los basados en epidemiología. Los estudios epidemiológicos se diseñan para analizar la relevancia de la relación entre la exposición a factores de riesgo ergonómicos (por ejemplo: fuerza, repetitividad, postura) y los posibles

estados de salud (considerando desde enfermedades diagnosticadas hasta manifestaciones subjetivas de dolor o molestias) en poblaciones de trabajadores determinadas (3).

El National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) realizó una revisión en profundidad de unos 600 estudios de la evidencia epidemiológica en EEUU respecto a los trastornos musculoesqueléticos laborales (1). En este estudio se incluyó el análisis de los trastornos que afectan a las zonas del cuerpo de cuello-hombros, hombro, codo y mano-muñeca. Se identificaron los factores de riesgo físicos para los trastornos de tendones, nervios, músculos y circulatorios-vasculares en estas zonas del cuerpo por combinación de

manifestación de síntomas y exámenes clínicos.

En la tabla 1, extraída de este estudio (1), se resume la fuerza de la evidencia que soporta la relación entre la exigencia del trabajo y los trastornos musculoesqueléticos en cuello y extremidades superiores.

Los factores de riesgo laborales que se consideraron con una relación positiva con los trastornos musculoesqueléticos del cuello y las extremidades superiores (y en los cuales se pudieron descartar los factores de azar, sesgo y confusión con un nivel de confianza razonable) fueron las combinaciones de la repetición, la fuerza y los factores posturales para los trastornos musculoesqueléticos del codo y la tendinitis de mano-muñeca. Estos factores combinados con la vibración tienen una relación positiva con el síndrome del túnel carpiano. Es muy probable que haya una relación de causalidad entre la exposición intensa y prolongada a factores de riesgo laborales y el desarrollo de trastornos en estas zonas del cuerpo.

También manifiestan que está demostrada una relación positiva entre la exposición a cualquiera de los factores laborales y los trastornos musculoesqueléticos en las extremidades superiores y en el cuello. Sin embargo, no se puede determinar con tanta confianza el efecto del azar y los sesgos. Las excepciones son las relaciones entre la postura y los trastornos musculoesqueléticos en el cuello y el cuello-hombros, así como las vibraciones y el síndrome de vibración mano-brazo.

En conclusión se puede afirmar que hay una fuerte evidencia de asociación entre la exposición biomecánica y los trastornos musculoesqueléticos (4) (5) (6).

3. EL ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN

Tradicionalmente, los esfuerzos científicos y de publicación internacional se han centrado en algunas de las problemáticas relacionadas con la prevención de riesgos laborales en la construcción, como son la cultura, la producción de accidentes y la gestión.

Respecto al problema de la sobrecarga biomecánica de los trabajadores del sector, la literatura es escasa y se requiere un mayor esfuerzo.

En cambio, existe consenso en que los factores de riesgo biomecánicos están presentes en este tipo de trabajo y los trastornos musculoesqueléticos (TME) se encuentran entre los problemas más importantes de salud en el trabajo, tanto en los países desarrollados como en los en vías de desarrollo; estos afectan a la mayoría de las personas en su calidad de vida, y su coste anual es bastante considerable (8).

Desafortunadamente, la mayoría de las investigaciones publicadas prestan poca atención a las soluciones prácticas (9) (10).

Desde una visión netamente ergonómica, el sector de la construcción es significativamente más difícil de analizar en comparación con un ambiente industrial fijo, debido a los siguientes factores (11) (12):

- El lugar de trabajo está cambiando todos los días.
- La fuerza de trabajo es altamente itinerante.
- Los proyectos son complejos así como su organización.

Tabla 1 Valoración de la evidencia entre los factores de riesgo mecánicos y el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos.

Parte del cuerpo / factores de riesgo	Fuerte evidencia	Evidencia	Evidencia insuficiente	Evidencia de no influencia
Cuello y cuello/hombro				
Repetitividad		X		
Fuerza		X		
Postura	X			
Vibración			X	
Hombro				
Repetitividad		X		
Fuerza			X	
Postura		X		
Vibración			X	
Codo				
Repetitividad			X	
Fuerza		X		
Postura			X	
Combinación	X			
Mano/muñeca Síndrome del túnel carpiano				
Repetitividad		X		
Fuerza		X		
Postura			X	
Vibración		X		
Combinación	X			
Tendinitis				
Repetitividad		X		
Fuerza		X		
Postura		X		
Combinación	X			
Síndrome de vibración mano/brazo				
Vibración	X			

Fuente: Traducción de (1).

Estas características implican restricciones importantes a la hora de realizar una intervención en salud y seguridad. La implementación de alternativas de mejora y la evaluación de los riesgos biomecánicos suelen ser más eficientes en sectores de menor variabilidad (12) (13).

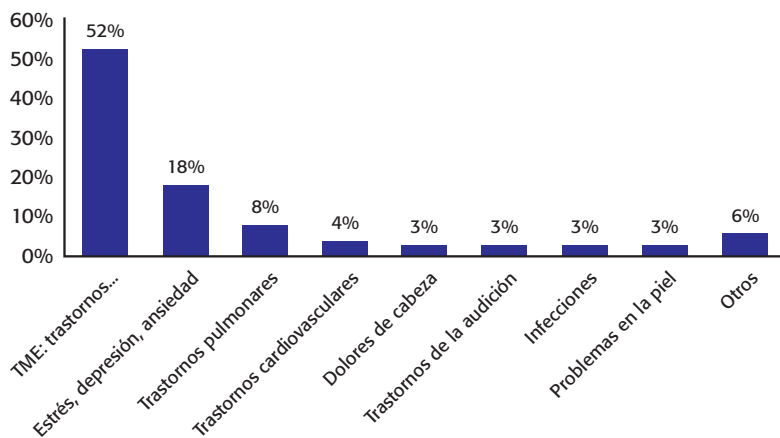
Por otro lado, los trabajadores de este sector se encuentran constantemente cambiando de trabajo, sin mencionar las condiciones ambientales tan

adversas, a las que están sometidos en su lugar de trabajo (14).

El conjunto de estos factores dificulta enormemente el control de los indicadores de valoración de la eficacia de las intervenciones de prevención que se realicen (15).

En la última década, la mecanización del sector se ha expandido enormemente, reduciendo la exigencia física de los trabajadores (10); sin embargo,

Figura 2 Problemas de salud relacionados con el trabajo



Fuente: Eurostat, Labour Force Survey (17).

existen aún muchos oficios que involucran trabajos netamente manuales y en donde la repetitividad se ha convertido en el nuevo peligro de estas labores, como es el caso de los pintores (16).

En definitiva, es de esperar un ascenso sustancial en pro de reorganizar la percepción en cuanto a la salud y seguridad en el sector de la construcción. Es de destacar que la atención de los ergónomos y especialistas de la salud y la seguridad no ha sido la misma en comparación con el trabajo de oficina convencional; en muy pocos

lugares en el mundo, institutos o centros se ha participado activamente en este campo, estableciendo pautas de intervención, lo que hace de este estudio una oportunidad para mejorar las condiciones biomecánicas presentadas en el sector a través de las actividades desarrolladas en la pintura.

4. LOS FACTORES DE RIESGO EN LA CONSTRUCCIÓN

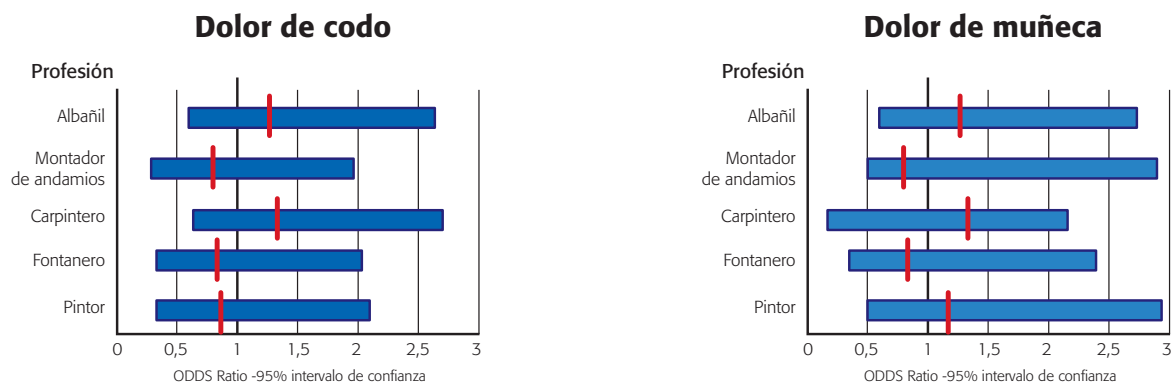
En el 2010, la Agencia Europea para la Salud y la Seguridad en el Trabajo

(EASHW en sus siglas en inglés), de acuerdo con la Encuesta de la Población Laboral (Labour Force Survey, en inglés), establece que los trastornos musculoesqueléticos (TME) representan el problema de salud laboral más importante frente a todos los problemas de salud registrados (17).

Como se observa en la figura 2, los TME representan un 52% de los problemas de salud registrados; le siguen los problemas de estrés, depresión y ansiedad, con un 18%, y en un tercer lugar, los trastornos pulmonares, con un 8%.

Los trastornos musculoesqueléticos en el sector de la construcción han sido posiblemente tan comunes como la misma construcción de edificios. La primera lesión musculoesquelética en la construcción está probablemente registrada en el papiro de Edwin Smith. Imhotep, que vivió alrededor de 2780 AC, fue un administrador con un importante proyecto de construcción, un arquitecto y uno de los médicos egipcios más famosos. El papiro de Edwin Smith, que ha sido atribuido a Imhotep,

Figura 3 Dolor de la sección mano-brazo después de un trabajo repetitivo



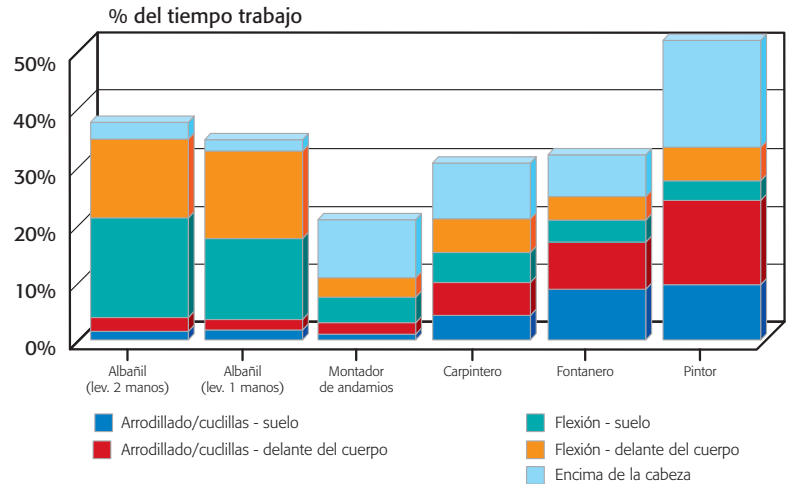
Fuente: Servicio de Salud Ocupacional de las Aseguradoras de Accidentes en la Construcción de Alemania. Adaptado de (20).

incluye casos que pueden ser lesiones musculoesqueléticas en la construcción de las pirámides. El último caso del documento trata de las "instrucciones relativas a un esguince de la vértebra de la columna vertebral". El documento ofrece consejos sobre el diagnóstico de una lesión en la espalda (18).

Desde entonces, ha habido una creciente evidencia de que los TME son los principales problemas en la construcción (19) y estos trastornos han sido reconocidos como una causa importante de ausentismo e incapacidad entre muchas poblaciones laborales. La construcción es una actividad que normalmente requiere condiciones de trabajo que involucran gran parte de tendones, músculos y estructuras de soporte del aparato locomotor (6).

Considerando que la mayoría de oficios de la construcción requiere un uso intensivo de las extremidades superiores, en Alemania un estudio (20) analizó la oportunidad relativa (ODDS

Figura 4 ■ Porcentaje del tiempo trabajado bajo posturas forzadas en oficios de la construcción



Fuente: Servicio de Salud Ocupacional de las Aseguradoras de Accidentes en la Construcción de Alemania. Adaptado de (20).

Ratio, en inglés) de aparición de dolor en codo y muñeca (ver figura 4).

Como resultado destacable, se determinó, que en Alemania, las profesiones de albañil, carpintero y pintor tienen asociada una proporción de ocurrencia del dolor de muñeca que está

por encima de 1, frente a la proporción de que no ocurra.

En la VI Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo, realizada por Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), se han comparado las diferencias entre las molestias

Tabla 2 ■ Molestias musculoesqueléticas según demandas físicas.

	Posturas dolorosas o fatigantes		Manipular cargas pesadas		Realizar una fuerza importante		Mantener una misma postura		Movimientos repetitivos de manos o brazos	
	Frecuente		Frecuente		Frecuente		Frecuente		Frecuente	
	Más (1)	Menos (2)	Más (1)	Menos (2)	Más (1)	Menos (2)	Más (1)	Menos (2)	Más (1)	Menos (2)
Bajo de la espalda	54,2	36,7	54,7	37,7	56,1	37,3	45,2	35,9	45,6	34,8
Nuca/Cuello	32,5	25,8	29,4	27	28,7	27,1	33	21	30,8	23
Alto espalda	33,4	25,1	33,2	25,7	33	25,6	30,1	23,6	30	23,4
Brazos/Antebrazo	18,5	10	21,1	10	20,9	10	13	10,8	15,7	7,4
Hombros	12,8	9,5	13,4	9,6	13,8	9,4	11,6	8,8	12,4	7,7
Piernas	15,7	13,9	16,5	13,9	15,4	14,1	15,4	13,1	15,6	12,8
Rodillas	10,4	4,5	10,1	5,2	10,4	5,1	6,4	5,6	7,1	4,7
NINGUNA MOLESTIA	13,6	30,1	14,7	28,8	15	28,8	20,1	33,1	18,7	35,7

Base: Total de trabajadores por demandas de la tarea según categorías de respuesta. Pregunta de respuesta múltiple. (1) Categorías de respuesta: "siempre/casi siempre" o "a menudo". (2) Categorías de respuesta: "a veces", "raramente" o "casi nunca/nunca".

Fuente: Adaptado de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Tabla 3 ■ Trastornos más frecuentes asociados a movimientos habituales al usar un pincel.

Trastornos	Factores determinantes
Epicondilitis Lateral: Codo de tenista	Repetida extensión de la muñeca
Tenosinovitis: Síndrome de Quervain's	Repetida desviación lateral (inclinación lateral) de la muñeca
Tenosinovitis de los flexores de los dedos: Dedo en gatillo	Agarrar con la muñeca flexionada
Síndrome del túnel del carpo	Repetida flexión de la muñeca con agarre en pinza
Atrapamiento del nervio cubital en la muñeca	Repetida extensión de la muñeca con agarre en pinza

Fuente: (28).

señaladas por las personas de mayor exposición (siempre/casi siempre o a menudo) con las diferentes demandas físicas del trabajo y los que menos lo están (a veces, raramente, casi nunca, nunca/nunca). Como se puede observar en la tabla 2, las molestias musculoesqueléticas son más frecuentes entre los expuestos, tanto por lo que se refiere a las quejas totales manifestadas, como a las localizadas en alguna zona del cuerpo en particular.

Destacan las mayores frecuencias de quejas entre los expuestos a mantener una misma postura y las molestias en "nuca/cuello"; entre la exposición a manipulación de cargas pesadas o realizar una fuerza importante y molestias en "brazos/antebrazos"; entre exposición a movimientos repetitivos de ma-

nos o brazos y sentir molestias en los "hombros".

En el sector de la construcción, la referencia al análisis de la ergonomía se ha introducido lentamente en contraste con el aumento exponencial de los TME, ya que sobre la base de los resultados de la investigación internacional (21), en la mayoría de los oficios relacionados con este sector, la alta carga física biomecánica es el factor de riesgo predominante; tareas como levantar y transportar materiales continúa siendo un trabajo manual que constantemente superan los límites de tolerabilidad; empujar y tirar, movimientos repetitivos, posturas forzadas y vibraciones aparecen asiduamente en todas las tareas; sin embargo, el enfoque tradicional de la organización del trabajo en

la construcción pasa por alto los problemas tanto de la antropometría como de la mecánica corporal (22).

Los factores de riesgo físicos presentes en el sector de la construcción incluyen el trabajo repetitivo, la aplicación de fuerza excesiva, las posturas inadecuadas, el trabajo estático, la compresión local de herramientas y superficies, las vibraciones, las condiciones de frío, los factores psicosociales, los factores individuales del personal y las interacciones, entre estos factores (6) (23) (24) (25) (26).

Las tareas consideradas repetitivas requieren realizar los mismos movimientos continuamente, usando el mismo grupo de músculos por un periodo de tiempo prolongado. Dentro de estas tareas destacan el martilleo, la perforación, colocación de tornillos, aserrado, pintar, enlucido, carga y descarga de piezas pequeñas - como baldosas o ladrillos - para ser transportadas desde lugares de almacenamiento intermedio hasta el lugar de montaje final (27).

Las intervenciones ergonómicas que inciden sobre estos factores de riesgo pueden reducir la ocurrencia de los

Tabla 4 ■ Manifestación de molestias y síntomas según la técnica utilizada.

Técnica de trabajo	N° de regiones del cuerpo con síntomas de TME durante el último año (0-8) grupo hombres	N° de regiones del cuerpo con síntomas de TME durante el última semana (0-5) grupo hombres	N° de regiones del cuerpo con síntomas de TME durante el último año dividido en tres grupos			Respuestas dicotomizadas a la pregunta del dolor de hombro durante el lijado	
			Ninguno 0	Pocos 1-2	Varios 3-8	No, nunca	Sí
Normal	1,9	0,4	10	10	8	5	23
Invertido	2,4	1	2	0	3	0	5
Empujar	0,7	0	5	1	1	5	2
Todos los sujetos	1,7	0,4	17	11	12	10	30

Fuente: (40).

TME en aproximadamente un 30-40%. Este porcentaje estimado en los países nórdicos, se basa en el número de casos asociados a los TME de origen laboral y a la eficacia de las intervenciones realizadas. Sin embargo, para las ocupaciones que se encuentran altamente expuestas a los factores de riesgo mencionados anteriormente la reducción de los TME oscilaría entre un 50% y un 90%, y de ahí que una correcta evaluación e intervención tome una mayor relevancia en aspectos de la prevención en salud.

5. LOS FACTORES DE RIESGO EN EL OFICIO DE PINTURA

Al realizar una revisión de los datos epidemiológicos en la investigación disponible sobre los trastornos musculoesqueléticos, en concreto, sobre el síndrome del túnel carpiano y otros trastornos relacionados con el trabajo referentes a las secciones de la mano, la muñeca y el antebrazo, se han encontrado condiciones específicamente relacionadas con la flexión repetitiva, la extensión y la flexión lateral de la muñeca, así como el agarre de los dedos en el que se utiliza una fuerza excesiva y/o prolongada (28). Se han seleccionado estas descripciones en particular debido a que son los movimientos habituales al usar un pincel (brocha) estándar. En la tabla 3 se encuentran algunos de los trastornos más frecuentes asociados a estos movimientos.

En Dinamarca se realizó un estudio sobre la situación ergonómica en la industria de la madera y aserradero (7); en este estudio, donde se señala la pintura manual con aerosol como una de las tareas relevantes, se llegó a la conclusión de que existe una alta prevalencia de síntomas del sistema musculoesquelético, con una alta tasa ante



la exposición a condiciones de trabajo repetitivo en ciclos cortos y excesiva manipulación manual de materiales.

En este mismo estudio se acaba concluyendo que existe una mayor prevalencia de trastornos musculoesqueléticos en el hombro derecho de los pintores en comparación con otros trabajadores involucrados en tareas manuales.

Uno de los principales motivos es que la mayoría de pintores realizan movimientos de abducción de la parte superior derecha del brazo al pintar, factor que repercute en un mayor riesgo de sufrir una tendinitis (29).

De la investigación realizada en Alemania (20) se ha determinado que en el trabajo de pintura, las posturas forzadas son adoptadas hasta en un 50% del total del tiempo trabajado. De este porcentaje, el 20% corresponde a las posturas realizadas por "encima de la cabeza", siendo éste un resultado rele-

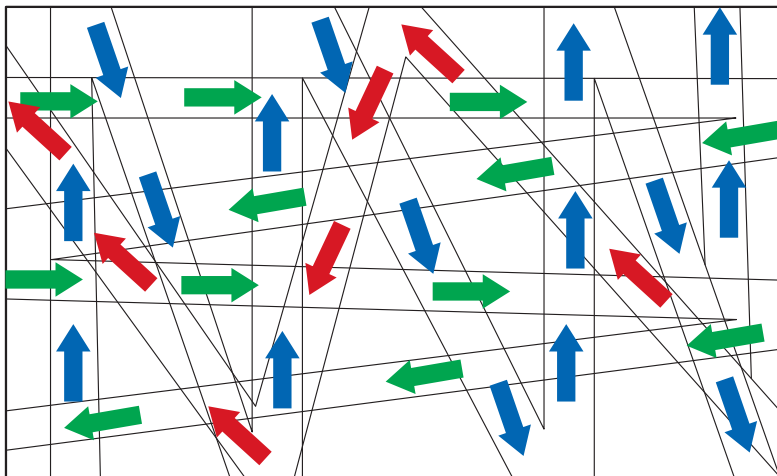
vante frente a las demás posturas consideradas.

En la figura 4 se representa el porcentaje de tiempo de trabajo que se permanece en distintas posturas forzadas en los oficios de albañil, montador de andamios, carpintero, fontanero y pintor. Como queda patente en esta figura, el oficio de pintor es el más exigente a nivel postural.

6. LA INFLUENCIA DE LAS HERRAMIENTAS MANUALES

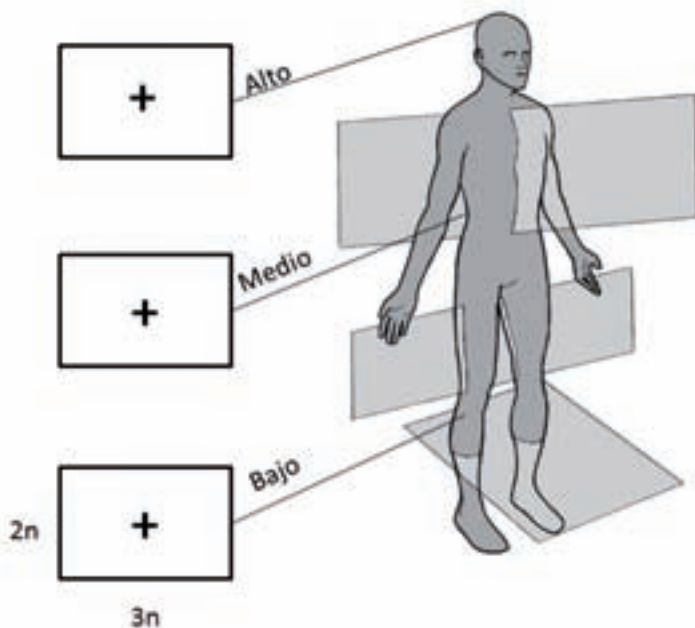
Las herramientas manuales siguen siendo la interfaz primaria entre los trabajadores y su lugar de trabajo, a pesar de todos los esfuerzos de automatización realizados por la industria moderna (30). Estas herramientas han causado aproximadamente el 80% de todas las lesiones de la mano relacionadas con el trabajo. Por ejemplo, en Australia, el 22% de los casos de reclamaciones de indemnización de los trabajadores

■ Figura 5 ■ Trazos direccionales de la técnica “zigzag”



Fuente: Adaptado de (41).

■ Figura 6 ■ Alturas analizadas como casos diferentes



Fuente: Adaptado de (41).

se deben a herramientas manuales sin ayuda mecánica (31).

Diferentes investigaciones se plantean como objeto de estudio averiguar cuáles pueden ser los factores que intervienen en la comodidad de uso de estas herramientas (destornilladores, pinceles y sierras de mano). La funcionalidad y la interacción física son los factores de comodidad más importantes en la utilización de destornilladores y brochas. Cuando se utiliza un pincel, los dedos proporcionan la fuerza necesaria para sostener el pincel y la mayor actividad muscular se da en el brazo y el hombro, que se utilizan para realizar los movimientos requeridos de alta precisión (16).

En pintura, además de las herramientas manuales convencionales, existen herramientas que poseen algún tipo de ayuda mecánica, como es el caso de las pistolas de aplicación de pintura; se encuentran varios estudios dirigidos a determinar posibles intervenciones ergonómicas en el diseño de dichas herramientas en pro de su mejora (32).

En un estudio realizado sobre el uso de pistolas para la aplicación de pintura (33), se demostró que un diseño adecuado de esta herramienta reduce considerablemente las molestias, la desviación cubital y la fatiga muscular del hombro; y además, la actividad muscular del antebrazo se reduce a un nivel aceptable para aquellas contracciones obtenidas al realizar un agarre sostenido (34).

Por otro lado, también se ha estudiado la posibilidad de cambiar el diseño clásico de los rodillos. En la investigación realizada en Canadá (41), se planteó estudiar la influencia del diseño del rodillo, la altura de la pared y

el género en la actividad muscular del hombro durante la tarea de pintado de una pared.

Para ello se tomó una muestra de 10 estudiantes (cinco hombres y cinco mujeres), todos ellos diestros. Para bloquear la posible influencia de la técnica de pintar, a todos ellos se les pidió aplicar la técnica "zigzag". Para asegurarse de la correcta aplicación de la técnica, se marcaron los trazos direccionales en la pared a pintar, tal y como se muestra en la figura 5.

Cada participante tenía que pintar una sección de pared utilizando tres diseños de rodillo diferentes y ubicada a tres alturas diferentes. El rodillo "convencional" y el de "mango flexible" se utilizaron con la mano derecha. El rodillo de "diseño nuevo" se debía utilizar con las dos manos.

Las porciones de pared a pintar se definieron en tres alturas: alta, media y baja, tal y como se muestra en la figura 6.

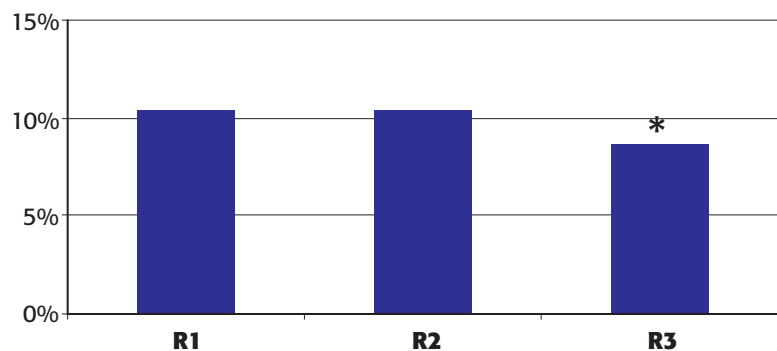
Se registró la actividad muscular en la extremidad superior mediante EMG y la fuerza aplicada a la pared, para asegurarse de que en todos los casos fuera la misma.

Como resultados destacables de este estudio, se pueden comentar los siguientes:

- Género: por lo general, las fuerzas media y pico registradas en los músculos de las mujeres eran menores que las de los hombres, concluyendo que las mujeres aprovechan un mayor porcentaje de la fuerza interna realizada.
- Altura de la zona pintada: la actividad muscular fue significativamente



■ Figura 7 ■ Actividad muscular según el diseño del rodillo



Fuente: Adaptado de (41).

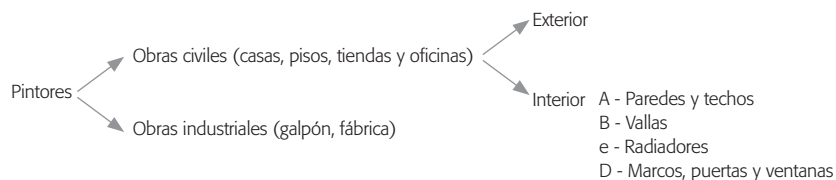
menor en la altura media, respecto a la altura alta y a la baja. La explicación a este hecho puede ser que en la altura media se minimiza la abducción realizada por el hombro.

- Diseño del rodillo: el rodillo de "diseño nuevo" registró una actividad muscular significativamente más baja que con el uso de los otros dos rodillos, muy similares entre ellos.

En la figura 7 se muestra la actividad muscular media en porcentaje respecto a la máxima contracción voluntaria, donde R1 es el rodillo "convencional", R2 el rodillo de "mango flexible" y R3 el de "diseño nuevo".

Se concluye en el estudio que el uso del nuevo diseño de rodillo tiene mejoras respecto al requerimiento muscular en su uso, aunque esta dife-

■ Figura 8 ■ Marco taxonómico general



rencia no llega a tener una significancia estadística.

7. LA INFLUENCIA DE LA TÉCNICA DE TRABAJO

Es evidente que la técnica de trabajo puede diferir entre trabajadores. Según se ha demostrado en un estudio sobre las tareas de clavar y atornillar de carpinteros, las diferencias en la técnica de trabajo intra-individuales no cambian significativamente de una situación a otra, en cambio, la técnica de trabajo para la misma tarea puede diferir sustancialmente entre profesionales (37) (38). Esto podría explicar por qué algunos trabajadores desarrollan un trastorno musculoesquelético mientras que otros no.

En Suecia, se desarrolló un estudio (40) para determinar si había alguna técnica de trabajo ("forma de hacer") que requiera una menor exigencia biomecánica en la tarea de pintar techos. El lijado de techos requiere trabajar con un mango extensible o pértiga, adoptando una flexión y abducción de hombros forzada, donde recae la mayor parte de la exigencia biomecánica.

Para el desarrollo del estudio se simuló en laboratorio un techo a 2,5 metros de altura (estándar en las edificaciones de Suecia). La pértiga utilizada tenía una longitud regulable entre 1,69

a 2,04 metros. La posición de la mano inferior se fijó con un mango de 3 cm de diámetro, mientras que la posición de la otra mano no estaba prefijada en la pértiga de 2,5 cm de diámetro.

Se seleccionó una muestra de 40 pintores, con dos años como mínimo de experiencia en pintura de edificación, y todos ellos hombres (en Suecia, sólo el 3% de pintores en edificación son mujeres). El rango de edad estaba entre 25 y 39 años; las alturas, entre 1,67 y 1,92 m; y el peso corporal, entre 60 y 123 kg.

Al grupo de pintores se le permitió adoptar una técnica libre para lijado del techo, registrando las posturas y movimientos, las fuerzas realizadas con cada mano sobre la pértiga y la fuerza realizada contra el suelo. Con esta información, aplicando un modelo biomecánico del hombro, se pudieron estimar las fuerzas internas a las que está sometido cada músculo de la extremidad superior. Adicionalmente, se les aplicó un cuestionario de percepción subjetiva de molestias y síntomas.

El primer resultado obtenido fue determinar que hay tres técnicas diferentes para realizar el pintado de techos con pértiga o mango de extensión.

- Técnica "normal". Se realiza sujetando el mango de extensión con ambos pulgares señalando hacia arriba

y moviendo el mango por medio de giros y rotaciones.

- Técnica de "agarre invertido". Se caracteriza por la forma de sostener el mango de extensión con el pulgar de la mano superior hacia abajo, de manera que los pulgares quedan uno frente al otro.
- Técnica de "empuje", realizada con el mismo agarre que en la técnica normal, pero trasladando el mango de un lado a otro, básicamente, en el plano sagital y en una dirección paralela al mango de extensión.

De los 40 pintores participantes en el estudio, veintiocho (28) aplicaban la técnica "normal", cinco (5), la técnica de "agarre invertido", y 7, la técnica de "empuje".

Sobre la percepción y manifestación de molestias y síntomas de trastornos (ver tabla 4), todos los que aplican la técnica de "agarre invertido" manifiestan molestias en los hombros durante el lijado; igual que el 80% de los profesionales que aplica la técnica "normal". En cambio, entre los que aplican la técnica de "empuje", sólo el 40% manifestó tener molestias.

El análisis MANOVA sobre las exigencias biomecánicas reveló que la técnica de "empuje" originaba valores de fuerza muscular más bajos en algunos grupos musculares. El supraespinoso, tan sensible a producir tendinitis en este tipo de trabajo, es uno de los músculos con una clara mejora en la exigencia biomecánica. Del test de Sheffe se demostró que las medias eran significativamente más bajas para pintores que aplican la técnica de "empuje" que los pintores que aplican la técnica "normal" ($p < 0,001$) y que los que aplican la técnica de "agarre inverso" ($p < 0,005$).



Por tanto, se puede concluir con este estudio que existe una técnica para pintar techos con un requerimiento muscular menor y, por tanto, debería considerarse en las acciones formativas de cualificación profesional.

8. LA INFLUENCIA DE LOS FACTORES ORGANIZATIVOS

La organización del trabajo en este contexto se define como la distribución de las tareas en el tiempo y entre los trabajadores, la duración de las mismas y la duración y distribución de los períodos de descanso y las pausas.

La duración de los períodos de trabajo y descanso tiene un profundo efecto sobre la fatiga y la recuperación tisular (8).

La medición de la exposición física de las tareas es un problema metodológico en el estudio de los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo. Los investigadores han estudiado diversos métodos para la cuantificación de las exposiciones, desde las encuestas simples a los trabajado-

res hasta la instrumentación compleja. Estos métodos se han utilizado en una amplia gama de puestos de trabajo de la construcción con características diferentes (35), determinando que algunos trabajos son cíclicos por naturaleza y otros se componen de algunas tareas que se realizan de forma repetitiva.

La organización del trabajo en la construcción presenta dificultades en cuanto al mejoramiento en las condiciones ergonómicas (36), donde los métodos de construcción difieren entre países; lo mismo ocurre en los materiales, los oficios, sus estatus y tradiciones.

Por esto mismo, de manera progresiva, se han desarrollado investigaciones en las que se exponen las ideas relacionadas con la problemática, tanto en la organización del trabajo como en las condiciones biomecánicas de este sector. El planteamiento actual es que la construcción de edificios se mueva hacia los métodos de construcción industrializada, y se advierte que la exposición ergonómica de los trabajadores de la construcción puede aumentar debido a componentes más pesados y a cambios en las actividades en el sector (39).

Como se ha comentado anteriormente, el estudio de la exposición a la que están sometidos los profesionales de la pintura es difícil debido a su alta variabilidad.

En la investigación realizada en Italia (42), se propone un marco taxonómico general para el análisis de la exposición de los pintores. El esquema, presentado en la figura 8, diferencia entre obras de edificación e industriales. Las obras de edificación, a su vez, se componen de intervenciones en el exterior (fachadas) o en el interior. Y por último, las intervenciones que se realizan en el interior de los edificios se estructuran en cuatro grupos dependiendo del tipo de superficie a trabajar: paredes/techos, vallas, radiadores y marcos/puertas/ventanas.

A partir de este marco de análisis, se estructuró la actividad del pintor en 24 tareas diferentes, según la fase de la obra (preparación del soporte, aplicación y limpieza) y según las herramientas utilizadas, como lijar a mano o con una lijadora orbital, pintar con rodillo o con brocha, etc. Para cada una de estas tareas se valoró el nivel de exigencia en las extremidades superiores mediante el método Checklist OCRA (43) (44). Como resultado, se obtuvo que el 46% de las tareas evaluadas tienen asociado un alto nivel del riesgo de desarrollar un TME relacionado con el trabajo, y el 54% de las tareas, un nivel medio de exposición, dejando en claro que en ningún caso se presenta un riesgo aceptable para ambos brazos.

Los factores de riesgos detectados principalmente son la repetitividad y posturas forzadas de los hombros, siendo la parte del cuerpo con mayor sobrecarga biomecánica. En aquellas tareas que implican el uso de brochas es relevante el factor posturas forzadas de la muñeca.

9. CONCLUSIONES

Como se ha mostrado en este estudio, la producción científica sobre la exposición al riesgo de trastornos musculoesqueléticos en los pintores es muy limitada.

Pero existe un consenso internacional sobre la significancia del riesgo musculoesquelético que entrañan las actividades de la construcción, y en especial, el oficio de pintor.

Por un lado, los datos sobre la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos en esta población laboral confirman la

existencia del problema, principalmente en las extremidades superiores de los pintores; y por otro lado, la presencia de los factores de riesgo ergonómicos como las posturas forzadas de hombro y muñeca y la repetitividad es suficiente para explicar la producción de dicho daño.

Se reconoce la complejidad del estudio de este tipo de actividad debido principalmente a la alta variabilidad, y a que en la mayoría de trabajos en la construcción, cada obra y cada jornada laboral requieren variaciones en la exposición a las exigencias de posturas y movimientos.

Aún así, los acercamientos de investigación realizados hasta la fecha plantean posibilidades de mejora en el diseño de las herramientas, en las técnicas o formas de realizar el trabajo y en la organización del trabajo.

Pero, como se plantea en el último estudio presentado (42), el diseño de una estrategia de mejora del sector debería estar precedido por la aplicación de un enfoque de análisis sistemático de la exposición variable, que permita orientar prioridades y esfuerzos en la mejora del sector, según los grados de exigencia de cada una de las tareas. ●

■ Bibliografía ■

- (1) National Institute for Occupational Safety and Health. In: Bernard, B.P. (ed.). Musculoskeletal disorders and workplace factors: a critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back. DHHS (NIOSH). (1997), Publication No. 97-141, Cincinnati, OH.
- (2) World Health Organization. International classification of functioning, disability, and health. ICF Introduction (2001), World Health Organization, Geneva.
- (3) Monroe, W. Workplace risk factors and occupational musculoskeletal disorders, part 1:A Review of Biomechanical and Psychophysical Research on Risk Factors Associated with Low-Back Pain. (2000). AIHAJ. 61,1: ProQuest Health and Medical Complete, pp. 39.
- (4) Hagberg M, Silverstein BA, Wells R, Smith MJ, Herbert R, Hendrick HW, Carayon P, Pérusse M. Work related musculoskeletal disorders (WMSDs). A reference book for prevention. Taylor and Francis. (1997) Bristol.
- (5) Roquelaure Y, Mariel J, Fanello S, Boissiere JC, Chiron H, Dano C, Bureau D, & Penneau-Fontbonne, D.. Active epidemiological surveillance of musculoskeletal disorders in a shoe factory. Occup Environ Med (2002). 59, pp. 452–458.
- (6) Bernard, BP. Musculoskeletal disorders and workplace factors: a critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, the upper-limb, and low back. National Institute of Occupational Safety and Health, (1997). Cincinnati, pp. 97–141.
- (7) Christensen, H., Pedersen, M.B., Sjøgaard, G. A national cross sectional study in the Danish wood and furniture industry on working postures and manual materials handling. Ergonomics (1995). 38, pp. 793-805.
- (8) Organización Internacional del Trabajo - OIT. Sistema musculoesquelético. El cuerpo humano. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. (1998). Directores del capítulo: Riihimäki H., Viikari-Juntura E. Capítulo 6: 6.2.
- (9) Koningsveld, E.A.; Van Der Molen, H.F. History and future of ergonomics in building and construction. Ergonomics (1997). 40: 10, pp. 1025-1034.
- (10) Van der Molen, H.F., Koningsveld, E., Haslam, R., Gibb, A. Editorial. Ergonomics in building and construction: time for implementation. Applied Ergonomics (2005). 36: 4, pp. 387 - 389.
- (11) De Jong, A.M., Vink, P. The adoption of technological innovations for glaziers: evaluation of a participatory ergonomics approach. Industrial Ergonomics (2000). 26, pp. 39-46.
- (12) Kramer, D., Bigelowa P., Vi P., Garritano E., Carlan N., Wells R. Spreading good ideas: A case study of the adoption of an innovation in the construction sector. Applied Ergonomics (2009). 40, pp. 826–832.
- (13) Moir, S., Paquet, V., Punnett, L., Buchholz, B., Wegman, D. Making sense of highway construction: a taxonomic framework for ergonomic exposure assessment and intervention research. Applied Occupational and Environmental Hygiene (2003). 18: 4, pp. 256-267.

■ Bibliografía (continuación) ■

- (14) Merlino, L.A., Rosecrance, J.C., Anton, D., Cook, T.M. Symptoms of musculoskeletal disorders among apprentice construction workers. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*. (2003). 18: 1, pp. 57-64.
- (15) Schneider, S. Implementing ergonomics interventions in construction. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*. (1995). 10: 10, pp. 822-824.
- (16) Kuijt-Evers L.F.M., Vinka P., de Loozea M.P. Comfort predictors for different kinds of hand tools: Differences and similarities. *International Journal of Industrial Ergonomics* (2007). 37, pp. 73 - 84.
- (17) European Agency for Safety and Health at Work. OSH in figures: Work-related musculoskeletal disorders in the EU – Facts and figures. (2010). Pag. 33. Luxembourg. ISBN 978-92-9191-261-2.
- (18) Schneider, S. Musculoskeletal Injuries in Construction: A Review of the Literature. *Applied Occupational and Environmental Hygiene* (2001). 16: 11, pp. 1056-1064.
- (19) Schneider, S. Musculoskeletal Injuries in Construction: Are they a Problem?. In IEA. Proceeding of the 13th Triennial Congress of the International Ergonomics Association, (1997). 6, pp. 343–1064. Tampere, Finland.
- (20) Hartmann B. Prevention of musculo-skeletal diseases in construction industry on basis of ergonomic and epidemiologic dates. Bau-Berufsgenossenschaft Hamburg, Arbeitsmedizinischer Dienst. (1996). D 20355 Hamburg, Holstenwall, pp. 8 – 9.
- (21) Spielholz P., Wiker S.F., Silverstein B. An ergonomics characterization of work in concrete from construction. *American Industrial Hygiene Association Journal*. (1998). 59, 9, pp. 629-635.
- (22) McCormick, E & Sanders M.S. *Human Factors in engineering and design*. (1985). 5ta ed, Mc Graw Hill, New York.
- (23) Ariëns G.A.M., Van Mehelen W., Bongers P.M., Bouter L.M., Van der Wal G. Physical risk factors for neck pain. *Scandinavian Journal of Work Environment and Health*. (2000). 26: 1, pp. 7-19.
- (24) Van der Windt D.A.W.M., Thomas E., Pope D.P., de Winter A.F., Macfarlane G.J., Bouter L.M. (2000). Occupational risk factors for shoulder pain: a systematic review. *Occupational and Environmental Medicine* 57, 433 - 442.
- (25) National Research Council (NRC) and the Institute of Medicine. *Musculoskeletal disorders and the workplace: Low back and upper-extremities. Panel on musculoskeletal disorders and the workplace. Commission on behavioral and social sciences and education* (2001). Washington, DC: NationalAcademicPress.
- (26) Warren, N. Work stress and musculoskeletal disorder etiology: the relative roles of psychosocial and physical risk factors. (2001). *Work*. 17, 221 -234.
- (27) European Agency for Safety and Health at Work. The prevention of work-related neck and upper limb disorders (WRULDs) in construction. (2005). E-Fact 17, pp. 3-6.
- (28) Stanley, S. Prevention of repetitive stress injuries of the forearm, wrist and hand by use of an ergonomic paint brush. (1999). D.C.
- (29) Björing G., Hägg G.M. Musculoskeletal exposure of manual spray painting in the Wood working industry an ergonomic study on painters. *International Journal of Industrial Ergonomics*, (2000). 26: 6, pp. 603-614.
- (30) Christensen, A.D., Bishu, R., Hand tool design: are biomechanical criteria the same as an esthetic criteria? A preliminary study. In: Proceedings of the IEA 2000/HFES 2000 Congress, (2000). 4-564-4-577.
- (31) Kayis B; Charoenchai N. Development of a Knowledge-Based System for Nonpowered Hand Tools (tool expert): Part I—The Scientific Basis. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, (2004). 14: 3, pp. 257–268.
- (32) Lee, C.C., Nelson, J.E., Davis, K.G., Marras, W.S. An ergonomic comparison of Industrial spray paint guns. *International Journal of Industrial Ergonomics* (1997). 19, pp. 425–435.
- (33) Björing, G., Hägg, G.M. The ergonomics of spray guns – Users' opinions and technical measurements on spray guns compared with previous recommendations for hand tools. *International Journal of Industrial Ergonomics*, (2000). 25, pp. 405–414.
- (34) Fransson-Hall C., Byström S., Kilbom Å. Grip types and work operations among automobile assembly line workers. In Proceedings of the International Ergonomics Association congress. (1994). IEA 94, Toronto.
- (35) Dale, A.M., Jaegers, L., Abraham, R., Evanoff, B.A. Comparison of Exposure Methods in Home Building Carpenters. In Proceedings of the International Ergonomics Association congress. IEA 2009. (2009). Beijing.
- (36) Schneider, S., Susi, P. Ergonomics and Construction: A Review of Potential Hazards in New Construction. *American Industrial Hygiene Association Journal*, (1994). 55: 7, pp. 635–649.
- (37) Hammarskjöld E., Ekholm, J., Harms-Ringdahl, K. Reproducibility of work movements with carpenters' hand tools. *Ergonomics*, (1989). 32, pp. 1005-1018.
- (38) Hammarskjöld E., Harms-Ringdahl, K., Ekholm, J. Shoulder-arm muscular activity and reproducibility in carpenters' work. *ClinicalBiomechanics*, (1990). 5, pp. 81-87.
- (39) Kim, S., Hurley, M.J., Nussbaum, M.A., Hughes, L.E., Babski-Reeves, K.L. Residential Wall Panel Designers Knowledge and Attitudes Toward Ergonomics. *Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting Proceedings*. (2007). (5), pp. 1892–1896.
- (40) Stenlund, B., Lindbeck, L. Karlsson, D. Significance of house painters work techniques on shoulder muscle strain during overhead work. *Ergonomics*, (2002) 45: 6, pp. 455–468.
- (41) Rosati, P., Dickerson, C. The influence of wall painting on shoulder muscle activity and Horizontal push force. (2008). Department of Kinesiology, University of Waterloo.
- (42) Vitelli, N.; Battevi, N.; Carissimi, E. Upper Limb Risk Assessment in Painters Department of Occupational Health – Milano. In proceeding. International Conference of Occupational Risk Prevention ORP. (2010). Valencia, Spain.
- (43) Occhipinti, E. OCRA: A concise index for the assessment of exposure to repetitive movements of the upper limb. *Ergonomics*, (1998). 41 (9), pp. 1290–1311.
- (44) Álvarez-Casado, E., Hernández-Soto, A., Tello S. Manual de evaluación de riesgos para la prevención de trastornos musculoesqueléticos. (2009). pp. 121. Ed Factors Humanos. Spain.