

XI Congreso Internacional y **IV** Nacional de Salud Laboral y Prevención de Riesgos

¡Salud Integral
a debate!

Avances en las estrategias
de prevención

2024

¡Participa, innova, Intégrate!!

Madrid, 22,23,24 de mayo 2024

Ergonomía y exoesqueletos: aplicaciones y retos en el ámbito laboral

Paul Cavallaro

Hospital Universitario Infanta Leonor



XI Congreso Internacional y IV Nacional de Salud Laboral y Prevención de Riesgos

¡Salud Integral
a debate!

Avances en las estrategias
de prevención



A pesar de la creciente tendencia a la automatización del trabajo la ejecución de tareas de tipo manual sigue siendo relevante en muchos contextos laborales, incluso en países industrializados donde la automatización es más marcada.



El empleo de las habilidades y de la destreza humana sigue siendo fundamental, ya que, existen aún muchas tareas que son difíciles de automatizar.

XI Congreso Internacional y IV Nacional de Salud Laboral y Prevención de Riesgos

¡Salud Integral
a debate!

Avances en las estrategias
de prevención



El sector de la manufactura industrial es donde la automatización se ha desplegado con mayor énfasis, puesto que diversas tareas ejecutadas en las líneas de producción son tareas estructuradas.



Sin embargo, en otras áreas existen un sinnúmero de tareas que demandan la percepción y la manipulación en entornos de trabajo no estructurados y, por ende, no son propicias a la automatización

XI Congreso Internacional y IV Nacional de Salud Laboral y Prevención de Riesgos

iSalud Integral
a debate!

Avances en las estrategias
de prevención



Muchas tareas ejecutadas manualmente implican exigencias físicas importantes y exponen a los trabajadores a factores de riesgo de origen ergonómico, entre los cuales se destacan los movimientos repetitivos, la adopción de posturas incómodas y la realización de esfuerzos excesivos.



Desarrollo y la aparición de desórdenes musculoesqueléticos (DME) como el síndrome del túnel carpiano, la bursitis del hombro, la tendinitis o epicondilitis del codo, la hernia discal, el esguince lumbar y el dolor de espalda, entre muchos otros.

Condiciones de trabajo (encuesta Unión Europea)

01

32 % de los trabajadores que participaron en ella reportaron una exposición a tareas físicamente exigentes asociadas con la manipulación de cargas.

02

61 % informó algún tipo de exposición a movimientos repetitivos, mientras que el 43 % dio cuenta de la exposición a posturas incómodas

03

Según la Oficina de Estadísticas Laborales de Estados Unidos, los DME de origen ocupacional representaron el 31 % de todas las lesiones profesionales declaradas.

04

Los problemas de la espalda representaron el 40 % del total de los DME declarados

Los exoesqueletos industriales son una tecnología de creciente interés por su potencial impacto en la reducción de esfuerzos físicos

En la actualidad, existe una gama cada vez mayor de exoesqueletos industriales disponibles en el mercado.

No hay aún un consenso sobre estos dispositivos en cuanto a criterios para su selección o uso

XI Congreso Internacional y IV Nacional de Salud Laboral y Prevención de Riesgos

iSalud Integral
a debate!

Avances en las estrategias
de prevención

	Definición
Exoesqueleto	Estructura de soporte externa, compuesta por materiales rígidos o duros, y que puede llevarse puesta con el objetivo de facilitar, aumentar o ayudar en la realización de actividades físicas mediante la interacción mecánica con el cuerpo.

Exotraje	Estructura de soporte externa, compuesta por materiales blandos y maleables, similares a los textiles de las prendas de vestir, y que se lleva puesta con el objetivo de facilitar, aumentar o ayudar en la realización de actividades físicas.
-----------------	---



XI Congreso Internacional y IV Nacional de Salud Laboral y Prevención de Riesgos

iSalud Integral
a debate!

Avances en las estrategias
de prevención

Ya en el ámbito de la seguridad ocupacional y la ergonomía, el Instituto Nacional de Investigaciones en Seguridad de Francia, define los exoesqueletos como estructuras externas, portadas por el trabajador y diseñadas para proporcionar asistencia física en la realización de una tarea

En 2017, el grupo de normalización de ASTM International (American Society for Testing and Materials, Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales) crea el Comité F48, con el objetivo de desarrollar normas específicas para los exoesqueletos.

Desde el punto de vista conceptual, la norma ASTM F3323-20, desarrollada por este comité, define los exoesqueletos como “una tecnología que se puede llevar puesta y que está diseñada para permitir, aumentar o ayudar en las actividades físicas”

XI Congreso Internacional y IV Nacional de Salud Laboral y Prevención de Riesgos

iSalud Integral
a debate!

Avances en las estrategias
de prevención



La zona corporal es uno de los criterios de clasificación de los exoesqueletos industriales comúnmente usado. Las principales zonas corporales son: extremidades superiores, la espalda y las extremidades inferiores.



En la actualidad están diseñados para la espalda (47 %) y las extremidades superiores (33 %)



XI Congreso Internacional y IV Nacional de Salud Laboral y Prevención de Riesgos



TIPOS



Cerca del 70 % de los exoesqueletos que actualmente se comercializan en el mercado son de tipo pasivo, mientras que el resto son de tipo activo o semiactivo.



Estos últimos incluyen componentes o modos de uso activos y pasivos.

XI Congreso Internacional y IV Nacional de Salud Laboral y Prevención de Riesgos

iSalud Integral
a debate!

Avances en las estrategias
de prevención

Tipo	Descripción
Pasivo	No incluyen actuadores; el movimiento humano natural crea la energía que alimenta el dispositivo, por medio de los materiales que componen el exoesqueleto mismo, como muelles o amortiguadores. No aportan una fuerza adicional, pero son capaces de realizar una redistribución de las cargas biomecánicas hacia zonas musculares más potentes. De esta manera, los músculos que inicialmente hacen el esfuerzo ejercen menos fuerza y se reduce la fatiga y el riesgo de lesión.

Activo	Funciona por medio de actuadores, que pueden ser pequeños motores eléctricos, palancas, sistemas neumáticos o hidráulicos, o una combinación de estas tecnologías. Son alimentados por alguna fuente de energía, en general la electricidad, a través del uso de baterías. En esta categoría encontramos los exoesqueletos robotizados, que incluyen un grupo de sensores conectados a un procesador central que ejecuta los movimientos según la información recibida en tiempo real de la actividad de trabajo. De esta manera ofrece apoyo según la necesidad de la tarea.
---------------	---

XI Congreso Internacional y IV Nacional de Salud Laboral y Prevención de Riesgos

iSalud Integral
a debate!

Avances en las estrategias
de prevención



En el 2019 se crea el “Centro de Excelencia Tecnológica Exo” [18], orientado a apoyar el desarrollo de normas sobre los exoesqueletos. El centro trabaja directamente vinculado al Comité F48 de ASTM International



Otra norma relevante es la “ASTM F3474-20: Práctica estándar para establecer parámetros ergonómicos funcionales del exoesqueleto y métricas de prueba”



Recientemente, el exoesqueleto Laevo FLEX™ 3.0 se convirtió en el primer exoesqueleto con marcado CE para equipos de protección individual. El marcado CE indica que los productos vendidos en el Área Económica Europea han sido evaluados para cumplir altos requisitos de seguridad, salud y protección del medio ambiente. De esta manera, Laevo FLEX™ 3.0 es el primer exoesqueleto en recibir una declaración de conformidad según el Reglamento 2016/425 de la Unión Europea sobre equipos de protección individual

XI Congreso Internacional y IV Nacional de Salud Laboral y Prevención de Riesgos

iSalud Integral
a debate!

Avances en las estrategias
de prevención



Resultados.

La fuerza de apoyo suministrada por este exoesqueleto implicaba una reducción significativa del momento de fuerza del hombro que debía ser generado por el trabajador

Sin embargo, estos efectos dependían de la postura del brazo, en particular de su altura vertical

los resultados enfatizan la importancia de analizar las demandas de la tarea, como la postura de trabajo, cuando se seleccionan o se diseñan exoesqueletos de soporte a los brazos.

Resultados



14 trabajadores fueron analizados durante la ejecución de sus tareas laborales con y sin exoesqueletos puesto.



La tarea consistía en la instalación y el almacenamiento de neumáticos. Los exoesqueletos objetos del análisis fueron para la espalda y las extremidades superiores.



Se demostró que la frecuencia cardíaca tiende a ser superior con el empleo del exoesqueleto



Los resultados ponen en duda el potencial de los exoesqueletos ocupacionales para prevenir lesiones mediante la reducción de la fatiga fisiológica

XI Congreso Internacional y IV Nacional de Salud Laboral y Prevención de Riesgos

iSalud Integral
a debate!

Avances en las estrategias
de prevención



Beneficios de los exoesqueletos de extremidades superiores en la reducción de la actividad muscular del hombro, con un incremento en la actividad muscular antagonista.



Incremento de la actividad metabólica expresada en el costo cardíaco

- Exoesqueleto (soporte de espalda), llevado a cabo en la manufactura automotriz.
- los trabajadores reportaron una disminución de las molestias físicas en la parte baja de la espalda al utilizar el exoesqueleto pasivo, en los trabajos que requerían posturas relativamente estáticas.
- Según este estudio, la aceptación de los exoesqueletos entre la población trabajadora se ve afectada por el nivel de incomodidad experimentado al utilizarlos

Otro estudio similar durante el ensamblaje de autos, pero esta vez en tareas con elevación de los brazos.

los exoesqueletos de soporte para los brazos pueden llevar a una disminución sustancial de las molestias musculoesqueléticas en el cuello y los hombros.

Posibles problemas asociados al malestar térmico ,así como limitaciones en algunos rangos de movimientos.

XI Congreso Internacional y IV Nacional de Salud Laboral y Prevención de Riesgos

iSalud Integral
a debate!

Avances en las estrategias
de prevención

Un reciente estudio se enfocó en el análisis del exoesqueleto utilizado por un grupo de enfermeras de cuidados geriátricos.

Los resultados muestran que se debe esperar que el desarrollo de la tecnología de los exoesqueletos sea más maduro antes de poder implementarse como parte del trabajo diario de las enfermeras, que se diferencia substancialmente de la manipulación de cargas en un contexto como el de la logística

Impacto de los exoesqueletos en el equilibrio postural.

El estudio demostró que el torque externo ejercido durante el uso de exoesqueleto de soporte de la espalda puede afectar negativamente a la anchura del paso, la variabilidad y la estabilidad dinámica de la marcha



El uso de exoesqueletos fue percibido como eficaz para reducir las exigencias físicas de los hombros, el cuello y la espalda.



El desempeño en la realización de la tarea, así como el ajuste y la comodidad global, parecen ser determinantes para la intención de uso de exoesqueletos de extremidades superiores.

Highlights

- El empleo de los exoesqueletos en tareas ocupacionales parece reducir la carga de trabajo físico y sus posibles efectos (ej. reducción de la actividad muscular, de los momentos articulares y del esfuerzo percibido)
- Principalmente en miembros superiores, espalda, miembros inferiores de la persona/usuario a los cuales va dirigido el empleo del exoesqueleto.
- Sin embargo, aún se desconoce el impacto real del uso de los exoesqueletos en la salud de los trabajadores, debido principalmente a la falta de estudios en condiciones de trabajo reales que evalúen a largo plazo su empleo

Highlights

- Los exoesqueletos son una tecnología de uso individual y de manera similar a los equipos de protección individual, deben adaptarse a las características de los trabajadores que lo emplean.
- Deben ser fácilmente ajustables a las dimensiones de los usuarios finales, tomando en cuenta la variabilidad antropométrica de la población trabajadora.
- La contribución primaria de los exoesqueletos pretende ser la reducción de la fatiga y la incomodidad postural, con el fin de prevenir los DME.

- Identificación de tareas de alto riesgo que, a su vez, puedan beneficiarse de la implementación de un exoesqueleto industrial.
- Los exoesqueletos deben asumirse como una alternativa adicional dentro de una amplia gama de soluciones para mejorar la ergonomía de los puestos de trabajo.
- Por tal motivo, siguiendo la jerarquía de control de riesgos, los exoesqueletos no deben considerarse como la primera alternativa de solución.

Highlights

- Es recomendable introducir el uso de los exoesqueletos de manera paulatina. Esto puede realizarse de diversas formas, como, por ejemplo, comenzar por un número limitado de horas de uso del exoesqueleto.
- Aunque el potencial de los exoesqueletos es prometedor, el estado actual de conocimientos es insuficiente como para recomendar su uso sin vacilación en la prevención de DME.
- Los beneficios como los inconvenientes de los exoesqueletos a la hora de atenuar riesgos biomecánicos dependen en gran medida de la interacción entre las características del exoesqueleto, el trabajador y la tarea para la cual se emplea.

XI Congreso Internacional y **IV** Nacional de Salud Laboral y Prevención de Riesgos

¡Salud Integral
a debate!

Avances en las estrategias
de prevención

2024

¡Participa, innova, Intégrate!!

Madrid, 22,23,24 de mayo 2024

Gracias

