



MANIPULACIÓN DE MATERIALES RESBALONES, TROPEZONES Y CAÍDAS



El Centro para la Ergonomía Física (por sus siglas en inglés CPE) investiga las causas y mecanismos de las lesiones y enfermedades ocupacionales haciendo énfasis en los trastornos musculoesqueléticos. Los investigadores del CPE investigan las demandas físicas y capacidades del ser humano asociadas con varias de tareas de trabajo. Los hallazgos de las investigaciones biomecánicas, así como de los estudios de los sistemas hombre-máquinas, trabajo repetitivo, tribología, y fisiología del trabajo son utilizados para desarrollar intervenciones y mejoras a la seguridad en el trabajo.



Estimación de las Fuerzas y Riesgos Asociados a la Simulación de la Tarea de Empuje de Carros de Medicinas

Los trabajadores en hospitales, ancianatos y otros escenarios clínicos frecuentemente requieren empujar carros de metal cuando llevan y distribuyen los medicamentos a los pacientes.

Estos carros de medicinas son muy pesados, y tienen poco acople, por lo que manipularlos puede hacerse difícil cuando se transportan sobre diferentes superficies de pisos. Para este grupo de trabajadores que ya están propensos a lesiones musculoesqueléticas por sus funciones en el manejo de pacientes, el uso de los carros de medicinas pudiera contribuir mucho más al riesgo de trastornos musculoesqueléticos de las extremidades superiores y de la espalda.

Para conocer mejor los esfuerzos físicos y sus riesgos asociados llevamos a cabo un estudio

biomecánico controlado de las tareas de empuje de los carros de medicina. A diferencias de estudios similares sobre el empuje de carros, este estudio incorpora la navegación de los carros sobre alfombras, una práctica que se está haciendo muy común ya que muchas de las instalaciones clínicas están eligiendo reemplazar los pisos de vinil por alfombras. Nuestros hallazgos ayudan a mejorar las destreces ergonómicas existentes para las tareas de empujar y jalar.

Para el estudio, los investigadores seleccionaron 23 participantes experimentados y libres de síntomas (12 enfermeras y 11 estudiantes de la escuela de enfermería) para que empujaran un carro de medicinas estándar sobre un riel de prueba de 8.1 metros de largo y 1.5 metros de ancho. La mitad de la superficie del riel estaba cubierta con láminas de



vinil y la otra mitad con alfombra comercial. Los investigadores cargaron el carro utilizado en el experimento con 120 kg hasta las condiciones de campo aproximadamente, y colocaron transductores en el tope del carro para recolectar datos de la fuerza de las manos. Un Sistema de rastreo de movimiento recolectó datos sobre el brazo y posturas del hombro, mientras que los sensores capturaban datos EMG del abdomen y espalda baja.

Cada uno de los participantes empujó el carro en 24 ensayos hacia la derecha sobre el riel, mientras que los investigadores recolectaban datos

de la fuerza durante cuatro fases del movimiento: arranque, sostenido, curvas y parado. Al terminar cada uno de los ciclos de tres vueltas, los investigadores preguntaron a los participantes que les suministraran la clasificación subjetiva del esfuerzo en cada fase del momento de las tareas general y de la superficie del piso.

Iniciamos el análisis de los datos para determinar si las fuerzas involucradas en la tarea de empujar y maniobrar los carros de medicina en escenarios clínicos con alfombras pudiera aumentar el riesgo a la salud musculoesqueléticas en los trabajadores de la salud.

A diferencias de estudios similares sobre el empuje de carros, este estudio incorpora la navegación de los carros sobre alfombras, una práctica que se está haciendo muy común ya que muchas de las instalaciones clínicas están eligiendo reemplazar los pisos de vinil por alfombras.



Desarrollo de métodos de codificación por vídeo para la evaluación de la exposición a tareas de levantamiento

El esfuerzo excesivo sigue siendo la primera causa de lesiones ocupacionales serias en los Estados Unidos, las cuales dan cuenta de casi un cuarto de todas las lesiones de trabajo en el 2007 (Índice de Seguridad en el Trabajo, 2009). Un alto número de estas lesiones por esfuerzo excesivo están relacionadas con las tareas de levantar y bajar, así como con otras tareas de manipulación manual de materiales. Si estas no se realizan adecuadamente pueden producir cargas excesivas al sistema musculoesquelético de los trabajadores, aumento el riesgo de lesiones. Nuestros estudios biomecánicos buscan formas para evaluar la exposición y manejar mejor los riesgos asociados a la manipulación manual de materiales en el trabajo.

Antes de que la investigación del CPE diera lugar a un método de codificación por video para predecir el riesgo que implican varias de las tareas de levantamiento simétrico y sus condiciones. Con base a esa investigación, comenzamos a trabajar con colaboradores de la Escuela de Medicina Pública de Harvard y la Universidad VU (Ámsterdam) para investigar las formas de mejorar la precisión algorítmica. Para la Fase 1 del estudio, los investigadores recolectaron datos utilizando un sistema de seguimiento del movimiento basado en laboratorio. Luego analizaron los datos para determinar los algoritmos de predicción óptimos tanto para las tareas de levantamiento simétrico y asimétrico. Los resultados mostraron que el método de curva cúbica fue



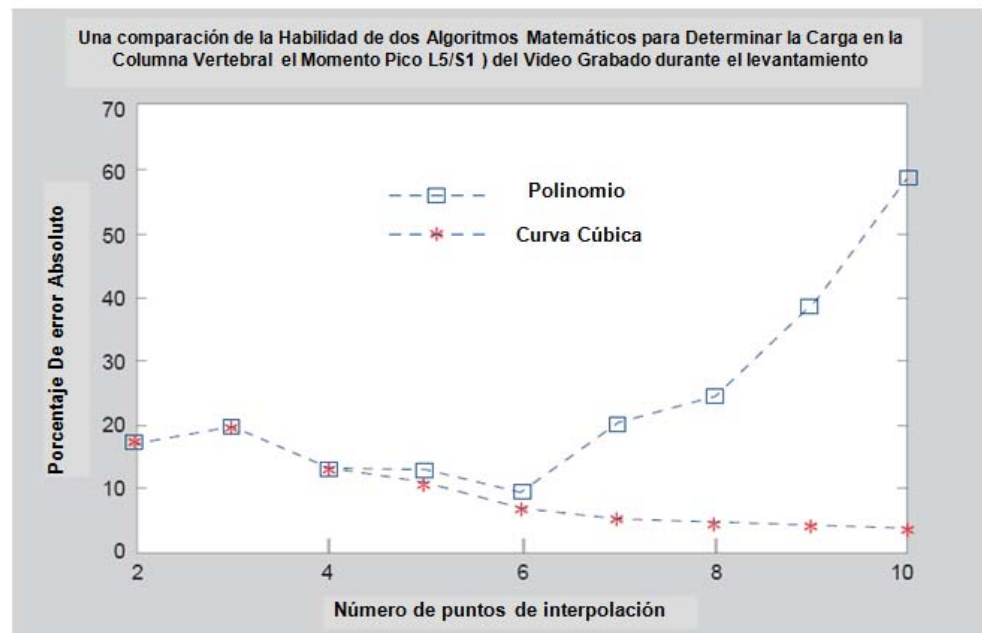
superior al método de polinomios (ver más adelante) y capaz de predecir la carga en la columna vertebral con el menor error.

Los análisis más tarde indicaron que incluso para el levantamiento asimétrico es posible aproximar las trayectorias de segmentos dados del cuerpo al interpolar los ángulos del segmento en tres planos de coordenadas independientes. Este enfoque implica la aplicación de algoritmos matemático y el uso de sólo unos cuantos puntos de interpolación. Nuestros hallazgos

sugieren que el métodos de interpolación puede ser utilizado para desarrollar un método simple y efectivo para predecir movimientos de levantamiento tridimensionales, lo cual puede ser incorporado en un modelo biomecánico para estimar las cargas conjuntas en la espalda baja.

Al utilizar algoritmos de predicción desarrollados en la Fase 1, comenzamos la Fase 2 del estudio, el cual implica el desarrollo y validación experimental de un método de codificación por video revisado para utilizarlo en el ámbito del trabajo.

Los puntos de datos en la gráfica están basados en la codificación de las posiciones de segmentos del cuerpo obtenidos de los fotogramas de video seleccionados, y estos ilustran que la exactitud de la precisión comienza a divergir más allá de los puntos de interpolación.





Entrenamiento de la Musculatura Lumbar para Prevenir la Recurrencia del Dolor Agudo de la Espalda Baja

El dolor de la espalda baja es la segunda causa de pérdida compensable para las compañías en los Estados Unidos y alrededor del mundo. Para atender este antiguo problema, los investigadores del CPE conducen numerosos estudios dirigidos a encontrar la mejor forma de ayudar a prevenir las lesiones ocupacionales de la espalda baja.

Una reciente revisión de la literatura científica indicó que los programas de entrenamiento en ejercicios de rehabilitación que se enfocan en la musculatura lumbar son efectivos para ayudar a restaurar la función en pacientes con dolor crónico de la espalda baja. Basados en este conocimiento, nuestros científicos iniciaron un estudio para determinar si los programas de entrenamiento de ejercicios podrían prevenir la

recurrencia del dolor de la espalda baja en las personas que habían sufrido recientemente dolor agudo (o repentino) de la espalda baja. En vista de que el dolor agudo de la espalda baja frecuentemente está asociado con episodios recurrentes que pueden conducir al dolor crónico, un programa de entrenamiento de ejercicios para el dolor agudo de la espalda, si tiene éxito, podría ayudar a prevenir el desarrollo de resultados negativos de discapacidad en una etapa inicial. Esto, por otra parte, podría ayudar a mejorar la calidad de vida y la seguridad económica de los pacientes con dolor agudo de la espalda baja y ayudar a los empleados a compensar los costos asociados con esta principal área de pérdida.

Para el estudio, se seleccionaron 26 personas, (10 hombres, 16 mujeres)



que habían sufrido un episodio de dolor agudo de la espalda baja durante el año anterior, pero que no tenían dolor al momento del estudio. Los investigadores dividieron a los participantes en partes iguales en un grupo experimental y uno de control. El grupo experimental realizó 12 sesiones (tres días a la semana durante cuatro semanas) del esfuerzo isocinético precargado al máximo en los músculos extensores de la espalda (cinco series de 10 repeticiones). El grupo de control realizó el tratamiento placebo designado por tener efecto mínimo en la musculatura de la espalda. Durante el año siguiente al tratamiento, los participantes llevaron un diario sobre dolor, el cual incluía medición diaria

de los niveles de dolor de 0 (sin dolor de espalda o incomodidad) hasta 5 (un dolor intenso, que hace difícil pararse y caminar) y reporte de recurrencia del dolor de espalda de baja. Nuestros científicos recolectaron la información sobre el registro diario del dolor llevado por los participantes, para lo cual utilizaron un sistema de respuesta interactiva de voz.

Los investigadores comenzaron a analizar los datos. Los primeros resultados sugieren que el grupo experimental experimentó más días de dolor medio a moderado y más episodios de dolor agudo de la espalda baja que el grupo de control.

...nuestros científicos iniciaron un estudio para determinar si...los programas de entrenamiento de ejercicios podrían ayudar a las personas que recientemente habían sufrido dolor agudo (repentino) de la espalda baja.

Cambios Relacionados con la Edad en el Control de Postura en Hombres en edad de Trabajo

La investigación anterior mostró que a medida que los adultos envejecen tienden a experimentar lesiones relacionadas con las caídas y resbalones. El aumento de este riesgo se ha atribuido en gran parte al declive en la fuerza muscular, flexibilidad, tiempo de reacción y sensibilidad propioceptiva, todo lo cual contribuye a disminuir el control de postura. En vista de que en las próxima década se estima que habrán muchos trabajadores 65 años de edad y mayores, es más importante que nunca comprender los mecanismos relacionados con la edad que pueden aumentar el riesgo a las caídas. Con esto en mente, nuestros investigadores condujeron un estudio para evaluar los cambios relacionados con la edad en el control de la postura entre los trabajadores (hombres). La información obtenida ayudará a identificar las estrategias que atienden los riesgos relacionados con las caídas entre

este creciente segmento de la fuerza laboral.

Al trabajar con 45 participantes hombres (en edades 18-65) de nuestro estudio de estabilidad transicional (ver página 7), nuestros investigadores analizaron una base de ensayos de 50 segundos para determinar los cambios en el balanceo y control postural relacionado con la edad. Ellos utilizaron mediciones tradicionales y no lineales (ejemplo, muestra de entropía) para evaluar los cambios en el centro de presión (por sus siglas en inglés COP) en trabajadores mayores y jóvenes durante la posición de pie. Los investigadores promediaron las mediciones del balanceo postural (ejemplo, velocidad promedio, rango y variabilidad) durante tres ensayos para cada uno de los participantes.

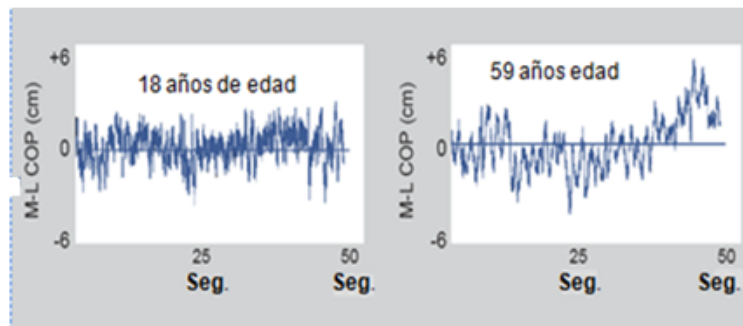
Nuestros hallazgos indicaron relaciones lineales negativas



significativas entre la edad y la longitud de la trayectoria del COP (tanto del frente hacia atrás y de extremo a extremo) y la velocidad promedio del balanceo postural. Sin embargo, no encontramos relación significativa entre la edad y el rango del balanceo postural o variabilidad en ninguna dirección. Estos resultados sugieren que a medida que los hombres en edad para el trabajo envejecen, se produce un cambio constante y progresivo en el balanceo y control postural. Aun cuando el área del balanceo (hasta qué punto de izquierda a derecha o de adelante hacia atrás) no cambia, la distancia total recorrida por el COP disminuye con la edad y los movimientos se hacen más estructurados/menos flexibles (ver

abajo). La disminución de la flexibilidad asociada con la reducción de la habilidad para adaptarse a las alteraciones que pueden provocar las caídas. En su conjunto, estos hallazgos sugieren que el balanceo no es sólo un reto para los ancianos, pero es un factor importante a considerar en todos los programas de seguridad ocupacional donde una amplia gama de edades probablemente está representada. Los investigadores promediaron las mediciones del balanceo postural (ejemplo, velocidad promedio, rango y variabilidad) en los tres ensayos para cada uno de los participantes.

Serie de tiempo unidimensional representativa de un lado a otro (ML) desde el centro de presión (COP) para 18-años de edad y 59 - años de edad durante la postura bípeda (ensayo de 50 segundos). De la evaluación visual de estas series de tiempo, parece que el movimiento a 59 años de edad, es más estructurado que a los 18 años.





Estabilidad de la Transición de las personas cuando pasan de una postura de trabajo a una postura de pie.

De acuerdo a la Oficina de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos, las caídas relacionadas con el trabajo causaron 680 lesiones fatales y 250.000 lesiones no fatales en el 2008. La investigación indica que cierto grado de la inestabilidad postural y una pérdida subsecuente del equilibrio precede a la mayoría de las caídas ocupacionales. Por lo tanto, el desarrollo de estrategias de protección efectiva ante las caídas requiere que se conozca con claridad las circunstancias que pueden conducir a la inestabilidad postural. Muchos estudios han examinado los efectos de la transición de estar sentado a parado y de estar sentado a caminar en el control de equilibrio y la estabilidad postural, pero pocos han relacionado esto con el riesgo a las caídas dentro del escenario laboral. Para atender este vacío de conocimiento, comenzamos un

estudio de laboratorio para evaluar el control postural y la recuperación del equilibrio después de la transición de posturas de trabajo comunes a la posición de pie. Nuestros hallazgos deberían conducir a recomendaciones para rediseñar las tareas para reducir el uso de ciertas posturas, particularmente las ocupaciones de alto riesgo, como la construcción.

Este año, completamos la recolección de datos de 45 hombres que participaron en el estudio (en edades de 18-65). Siguiendo una base, ensayo parado tranquilo para evaluar los patrones naturales del balanceo de los participantes, los investigadores condujeron dos series de ensayos experimentales. Durante la primera serie de ensayos, los participantes mantuvieron una de cinco posturas



estáticas asignadas al azar: en cuclillas, doblando la cintura, de rodillas inclinado y de rodillas hacia adelante o estiramiento por encima de la cabeza. Después de mantener la postura por una cantidad de tiempo predeterminado (30, 60, 120 segundos), los participantes hicieron la transición a la posición de pie cuando se le indicaba por medio de una señal auditiva. En total, los participantes realizaron tres bloques de ensayos al azar, en cada uno había una repetición de una condición postural seleccionada y la duración estática para un total de 45 condiciones. La segunda serie de ensayos requería que los participantes completaran transiciones dinámicas, las cuales consistieron en recoger un pequeño objeto del piso mientras utilizaban una de cuatro técnicas predeterminadas. Durante cada ensayo, platos de fuerza y cámaras de captura del movimiento capturaron el balanceo postural y datos del movimiento de todo el cuerpo. Después de cada ensayo, los investigadores también recolectaron

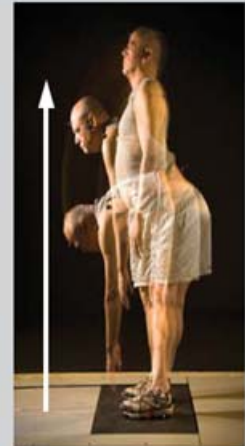
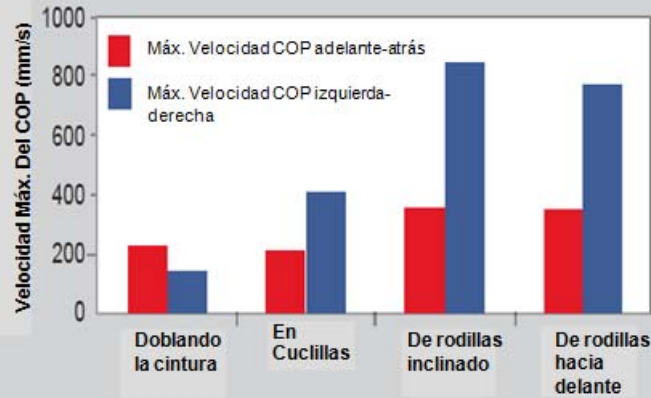
datos sobre las percepciones de la estabilidad postural.

Completamos nuestro análisis inicial basado en los datos del centro de presión (COP) y centro de masa (COM) de los ensayos que implicaron cuatro de las cinco posturas estáticas (en cuclillas, doblando la cintura, de rodillas inclinado y de rodillas hacia adelante o estiramiento por encima de la cabeza). Nuestros hallazgos sugieren que la postura estática afectó significativamente todas las mediciones del equilibrio, pero la duración del tiempo en cada postura no. La posición de doblado a nivel de la cintura generalmente causaba el menor cambio en las mediciones del equilibrio post-transición, mientras que las posturas arrodillas causaron el cambio más grande. También comenzamos a analizar los datos de los ensayos que implicaron las posturas de estiramiento por encima de la cabeza y las transiciones dinámicas (ver más adelante).



La velocidad máxima del COP fue más baja para el doblado a nivel de cintura y la más alta en las dos posturas de doblado hasta las rodillas. Estos hallazgos indican que la transición de una posición de doblado a nivel de la cintura a una posición recta (ver fotografía a la derecha) resulta en la mayor estabilidad cuando se compara con las otras tres posiciones.

Máxima Velocidad COP en las Direcciones hacia Delante a Atrás y de Izquierda a Derecha Para las Cuatro Posturas Estáticas





Exposiciones y Respuestas Fisiológicas Durante la Operación de Herramientas Manuales

Analizamos datos de nuestro estudio de laboratorio de las exposiciones al riesgo y respuestas fisiológicas en las personas durante el uso de herramientas manuales. En esta investigación los participantes realizaron múltiples ensayos de tareas con herramientas manuales bajo varias configuraciones de puestos de trabajo, mientras que los investigadores recolectaban datos sobre las fuerzas de agarre, EMG, desplazamiento entre mano y herramienta, y torque de la herramienta. Los hallazgos del estudio ampliarán nuestro conocimiento sobre la interface entre la herramienta manual y su operario y ofrecerán estrategias y recomendaciones para ayudar a reducir las lesiones asociadas con el uso de herramientas manuales.

Los investigadores compararon la fuerza de agarre con los datos de exposición de 32 participantes hombres saludables a medida que ellos realizaban tareas simuladas de fijar y aflojar, quienes realizaron las utilizando diferentes herramientas manuales en tres configuraciones de trabajo simulado: herramientas con agarre de pistola en una superficie vertical, herramientas con agarre de pistola en una superficie horizontal, y herramientas de ángulo recto en una superficie horizontal. Los investigadores monitorearon la actividad muscular del flexor y extensor de la muñeca y del trapecio del brazo derecho durante las tareas simuladas.

Nuestro análisis de los datos mostraron que las herramientas con agarre de pistola requerían un torque pico significativamente más bajo para



separar una unión (3.7 Nm) que para fijar el mismo punto (5.7 Nm). Sin embargo, el tiempo de exposición para el ciclo de aflojar fue más largo (98 ms más largo en la superficie horizontal, 107 ms más largo en la superficie vertical). Los investigadores encontraron que, cuando la fuerza de agarre promedio escala el torque pico correspondiente de la herramienta, el esfuerzo total requerido para reaccionar contra el torque era mayor en los ciclos de aflojar que en los ciclos de fijar para todas las configuraciones de trabajo. Ellos también encontraron que el músculo del trapecio superior estaba más activo que para el estabilizador proximal en los ciclos de separación.

... los hallazgos demostraron que las tareas de aflojar, que frecuentemente son pasadas por alto en la literatura, tienen el potencial para aumentar el riesgo de trastornos musculoesqueléticos.

Estos hallazgos demostraron que las tareas de aflojar, las cuales frecuentemente son pasadas por alto en la literatura, tiene el potencial de aumentar el riesgo de trastornos musculoesqueléticos. Por lo tanto, es importante considerar estas tareas en las evaluaciones ergonómicas de los puestos de trabajo especialmente en las industrias en las que las operaciones de desensamblado son comunes, tal como en la manufactura y ensamblado.

Fuente: Revista "From Research to Reality" del Instituto de Investigación para la Seguridad de Liberty Mutual.

www.libertymutual.com. Reporte Anual de la Actividad Científica, 2009

Traducción libre por: Ana Albornoz - consultoreses@yahoo.com